

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

**Hrvoje Friščić**

**ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA S  
PRIJEDLOGOM POBOLJŠANJA PROMETNE MREŽE  
U OPĆINI MALI BUKOVEC**

**DIPLOMSKI RAD**

**Zagreb, 2018.**

Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti

**DIPLOMSKI RAD**

**ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA S  
PRIJEDLOGOM POBOLJŠANJA PROMETNE MREŽE  
U OPĆINI MALI BUKOVEC**

**ANALYSIS OF EXISTING STATE AND  
IMPROVEMENT PROPOSALS OF TRAFFIC  
NETWORK IN THE MUNICIPALITY MALI  
BUKOVEC**

Mentor: doc. dr. sc. Luka Novačko

Student: Hrvoje Friščić  
JMBAG: 0135226780

Zagreb, rujan 2018.

# **ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA S PRIJEDLOGOM POBOLJŠANJA PROMETNE MREŽE U OPĆINI MALI BUKOVEC**

## **SAŽETAK**

U cestovnoj mreži mjesta gdje dolazi do povezivanja dvije ili više cesta, a dolazi do spajanja, razdvajanja, križanja i preplitanja prometnih tokova, to su mjesta koja se nazivaju raskrižjima. To su prometne radnje koje najviše utječu na odvijanje prometnog procesa, prvenstveno na propusnost i sigurnost prometa. U ovom diplomskom radu analizirana su četiri raskrižja koja pripadaju Općini Mali Bukovec odnosno samom naselju po kojem općina nosi ime, s posebnim osvrtom na raskrižje županijske ceste ŽC2076 te lokalne ceste LC25103. Provedbom analize postojećeg stanja prikazani su projektno-sigurnosni elementi svih analiziranih lokacija, te uz analizu postojećeg stanja provedeno je brojanje prometa i analiza samog prometnog toka. Za svaku lokaciju izrađeni su prijedlozi poboljšanja u programskom alatu „AutoCAD“, te su potkrijepljeni simulacijom koja je izvršena u programskim alatima PTV Vissim i Sidra Intersection. Evaluacijom su dobiveni rezultati koji služe kao smjernice za poboljšanje projektno-sigurnosnih elemenata.

**KLJUČNE RIJEČI:** Općina Mali Bukovec, analiza postojećeg stanja, raskrižja, simulacija, raskrižje županijske ceste ŽC2076 – lokalne ceste LC25103.

## **SUMMARY**

In the road network where two or more roads connect and there is a connection, separation, crossing and interweaving of traffic flows, these places are called intersections. These are the traffic actions that have the most impact on traffic flow, primarily on traffic permeability and safety. In this graduation thesis, four intersections have been analyzed that belong to the Municipality of Mali Bukovec, the settlement by which the municipality carries the name, with special reference at the intersection of county road ŽC2076 and local road LC25103. Project and safety elements of all analyzed locations were presented by analyzing the existing condition, in addition to analysis, counting and analysis of traffic flow structure was conducted. For each location, suggestions for improvements were made in the programming tool "AutoCAD" supported by the simulation that was performed in the simulation software tools PTV Vissim and Sidra Intersection. Evaluation provides the results that serve as guidelines for improving project and safety elements.

**KEYWORDS:** Municipality of Mali Bukovec, Analysis of existing condition, Intersections, Simulation, Intersection of County Road ŽC2076 and Local Road LC25103

# SADRŽAJ

1.	UVOD .....	1
2.	OPĆI PODACI O OPĆINI MALI BUKOVEC .....	3
3.	ANALIZA PROSTORNO-PROMETNE DOKUMENTACIJE .....	7
3.1.	Prostorne značajke i resursi .....	8
3.1.1.	Vodni resursi .....	12
3.1.2.	Šume .....	14
3.2.	Prometne značajke .....	15
3.2.1.	Cestovni promet .....	15
3.2.2.	Željeznički promet .....	16
4.	ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA .....	17
4.1.	Analiza postojećeg stanja lokacija „1“ .....	20
4.2.	Analiza postojećeg stanja lokacija „2“ .....	28
4.3.	Analiza postojećeg stanja lokacija „3“ .....	32
4.4.	Analiza postojećeg stanja lokacija „4“ .....	34
4.5.	Analiza podataka o brojanju prometa .....	36
5.	PRIJEDLOZI POBOLJŠANJA .....	42
5.1	Prijedlog poboljšanja na lokaciji „1“ .....	42
5.2	Prijedlog poboljšanja na lokaciji „2“ .....	45
5.3	Prijedlog poboljšanja na lokaciji „3“ .....	48
5.4	Prijedlog poboljšanja na lokaciji „4“ .....	49
6.	SIMULACIJA I EVALUACIJA PREDLOŽENIH VARIJANTIH RJEŠENJA .....	52
7.	ZAKLJUČAK .....	62
	POPIS LITERATURE .....	63
	POPIS SLIKA .....	64
	POPIS TABLICA .....	66
	POPIS PRILOGA .....	67

# 1. UVOD

Raskrižja u cestovnoj mreži su mjesta u kojima se povezuju dvije ili više cesta, a prometni tokovi se spajaju, razdvajaju, križaju ili prepliću. Zbog prometnih radnji i mogućih konflikata, koji se ne pojavljuju na otvorenim potezima ceste, na raskrižjima su izrazito naglašeni problemi propusnosti i sigurnosti prometa[1].

Razvojem novih, rekonstrukcijom i održavanjem starih dijelova cestovnih mreža u većim sredinama zadovoljavaju se uvjeti potražnje i sigurnosti. Zanemarivanjem manjih sredina odnosno općina i njihovih pripadajućih naselja dovodi korisnike prometnih mreža u opasnost zbog neadekvatnog stanja prometne mreže te samih projektno – sigurnosnih elemenata pojedinih dijelova mreže koji utječu na sigurnost prometa koja je jedan od najbitnijih faktora u manjim sredinama.

Uz u radu navedenu literaturu kod izrade diplomskog rada dio vrijednih podataka dobiven je i putem osobnih kontakata i obavljenih razgovora s načelnikom općine Mali Bukovec.

Naslov diplomskog rada je: Analiza postojećeg stanja s prijedlogom poboljšanja prometne mreže u općini Mali Bukovec.

Rad je podijeljen u 7 glavnih cjelina:

1. UVOD
2. OPĆI PODACI O OPĆINI MALI BUKOVEC
3. ANALIZA PROSTORNO – PROMETNE DOKUMENTACIJE
4. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA
5. PRIJEDLOZI POBOLJŠANJA
6. SIMULACIJA I EVALUACIJA PREDLOŽENIH VARIJANTIH RJEŠENJA
7. ZAKLJUČAK

Drugo poglavlje prikazuje opće podatke o Općini Mali Bukovec. Prikazuje se podjela na naselja koja čine općinu te sama demografska slika stanovništva za posljednjih 40 godina.

Treće poglavlje obuhvaća prostorno - prometnu dokumentaciju Općine Mali Bukovec. U ovome poglavlju prikazani su te analizirani prostorni plan koji je izrađen za općinu te sama strategija razvoja općine. Velika važnost u analizi dana je prometnim značajkama općine.

Četvrto poglavlje obrađuje analizu postojećeg stanja za četiri izabrane lokacije u Općini Mali Bukovec odnosno u samome naselju Mali Bukovec. Detaljno su analizirani projektno – sigurnosni elementi kako bi se prikazali problemi odabranih lokacija i sama visina sigurnosti na odabranom području.

Peto poglavlje prikazuje prijedloge poboljšanja koji su dani za svaku izabranu lokaciju. Prijedlozi su grafički izrađeni pomoću programskog alata „AutoCAD“ u stvarnim mjerama prema zakonu i pravilnicima za projektiranje.

Šesto poglavlje obuhvaća simulacije koje potkrepljuju grafički prikaz prijedloga poboljšanja za svaku lokaciju. Simulacije su izrađene i prikazane pomoću programskih simulacijskih alata PTV Vissim i SIDRA INTERSECTION.

## 2. OPĆI PODACI O OPĆINI MALI BUKOVEC

Općina Mali Bukovec jedna je od 22 općine i 6 gradova u sastavu Varaždinske županije. Smještena je u njenom istočnom dijelu te kao takva najistočnija je jedinica lokalne samouprave u Varaždinskoj županiji. Sa zapadne strane graniči s Općinom Veliki Bukovec i Gradom Ludbregom; sa sjeverne strane s Međimurskom županijom; a s istočne i južne strane s Koprivničko-križevačkom županijom. Smještena je na 150 metara nadmorske visine u "gornjem" djelu Podravine[2].

Općina Mali Bukovec po veličini spada u grupu srednjih teritorijalnih jedinica. Prostire se na 37,28 km<sup>2</sup> površine Varaždinske županije odnosno zauzima 2,95 % njezine površine s višegodišnjom tendencijom smanjenja broja stanovnika. Ako se izuzmu gradovi, četrnaesta (14) je po veličini općina Varaždinske županije[3].

U sastavu općine je 6 naselja:

- Mali Bukovec,
- Lunjkovec,
- Martinić,
- Novo Selo Podravsko,
- Sveti Petar Ludbreški i
- Županec.

Sjedište općine je istoimeno naselje Mali Bukovec

Prema veličini teritorija odnosno površini najveće naselje u općini je Sveti Petar Ludbreški, a zatim redom slijede:

- Mali Bukovec,
- Lunjkovec,
- Novo Selo Podravsko,
- Županec,
- Martinić.

Demografsku sliku općine za posljednjih 40 godina moguće je vidjeti u Tablici 1. Vidljivo je da podaci iz Tablice 1. upućuju na nepovoljnu demografsku sliku budući da dolazi do smanjena broja stanovnika u cijeloj općini.

Vidljivo je da između 1971. – 1981. godine u razdoblju od 10 godina sva naselja općine bilježe pad broja stanovnika. Naime, 1991. godine na području današnje općine živjelo je 609 stanovnika manje nego 1971. godine, a rezultati popisa 2011. samo potvrđuju kontinuitet pada broja stanovnika u odnosu na 1991. godinu.

Prema popisu stanovništva 1991. godine Općina Mali Bukovec imala je 2.724 stanovnika što je bilo 1,45 % od ukupnog broja stanovnika županije, a prema rezultatima popisa 2011. broj stanovnika općine je smanjen i iznosi 2.212 stanovnika.

Budući da se rad fokusira prvenstveno na naselje Mali Bukovec važno je spomenuti da najveći broj stanovnika u povijesti Malog Bukovca bilježi se 1921. godine kada je naselje imalo 1383 stanovnika.

*Tablica 1 Broj stanovnika po naseljima općine za posljednjih 40 godina*

Redni br.	Naselje	Broj stanovnika				
		1971.	1981	1991.	2001.	2011.
1.	Mali Bukovec	1.184	1.048	942	852	729
2.	Lunjkovec	311	269	253	241	215
3.	Mrtinić	205	186	176	160	137
4.	Novo Selo Podravsko	327	318	278	234	221
5.	Sveti Petar Ludbreški	960	854	816	803	710
6.	Županec	346	317	259	217	200
	UKUPNO	3.333	2.992	2.724	2.507	2.212

*Izvor: [12]*

Što se tiče podjele stanovništva prema spolu, udio ženskog stanovništva nešto je veći u ukupnom broju. Gledano prema dobnim grupama, do starosti 60 godina prisutna je ujednačenost muškog i ženskog stanovništva, dok je u svim drugim dobnim grupama iznad 55 godina prisutna dominacija ženskog stanovništva[12].

Prema broju stanovnika najmnogobrojnije naselje u općini je Mali Bukovec, a zatim redom slijede:

- Sveti Petar Ludbreški,
- Lunjkovec,
- Novo Selo Podravsko,
- Županec,
- Martinić.



Prosječna veličina naselja u županiji je 630 st./naselje, dok je taj prosjek u Općini Mali Bukovec 417,8 st./naselje, što je uvjetovano općim demografskim stanjem općine.

Gustoća naseljenosti na području općine prema popisu iz 2001. godine iznosi 67,25 st./km<sup>2</sup>, a prema popisu iz 2011. godine gustoća naseljenosti na području općine je 58,21 st./km<sup>2</sup> što je ispod gustoće naseljenosti županije. Prosjek županije za 2001. godinu iznosio je 146,49 st./km<sup>2</sup>, a 2011. godinu 139,42 st./km<sup>2</sup>[12].

Prema ovim podacima također je vidljivo negativno kretanje stanovništva odnosno znatan pad unutar 10 godina.

Stanovništvo je značajan čimbenik dugoročnog društveno-gospodarskog razvitka i korištenja prostora. Potrebno je sveobuhvatno sagledati i valorizirati stanje, a za objektivne mogućnosti rješavanja problema potrebno je postaviti realne i provedive ciljeve i donijeti programe mjera i akcija koje treba dosljedno provoditi.

Demografski procesi odvijaju se sporo, a uvjetovani su:

- biološkim,
- društvenogospodarskim,
- kulturno-obrazovnim,
- zdravstveno-socijalnim,
- psihološkim,
- političkim,
- etničkim,
- migracijskim[2].

Problem demografske slike općine spada u opću problematiku demografske obnove države i županije, pri čemu je potrebno poštivati (preuzeti) ciljeve, programe, mjere i akcije s razine države, a prilagođeno županijskom i općinskom stanju.

Podaci prikazani u Tablici 2. ukazuju na nastavljen negativan proces u prirodnom kretanju stanovništva općine. Temeljem stvaranja pretpostavki za otvaranjem novih radnih mjesta (malo i srednje poduzetništvo) i orijentacijom na poljoprivredna gospodarstva uz potenciranje uzgoja zdrave hrane, moguće je očekivati i mogućnost zadržavanja mlađeg stanovništva na području općine.

Tablica 2. Prirodno kretanje stanovništva Općine Mali Bukovec za razdoblje od 1997.-2011. godine

Godina	Živorođeni	Umrli	Prirodni prirast	Vitalni indeks (živorođeni na 100 umrlih)
1997.	26	16	-10	72,2
1998.	42	46	-4	91,3
1999.	20	47	-27	42,6
2000.	33	44	-11	75
2001.	29	42	-13	69
2011.	18	41	-23	44

Izvor:[12]

Iako su sva naselja podjednake važnosti zbog tematske jedinice ovaj rad fokusirati će se na glavno naselje u općini, a to je naselje Mali Bukovec po kojem i općina nosi ime.

Mali Bukovec se razvio na rijeci Bednji, uz cestu Ludbreg – Legrad odnosno županijsku cestu ŽC 2076 (Sigetec Ludbreški (D2) - Slokovec - M. Bukovec-Selnica Podravska - Veliki Otok - D20) koja prolazi kroz centar naselja.

U prometnom smislu ŽC 2076 vrlo je bitna za naselje Mali Bukovec kao i za okolna sela budući da nudi dobru povezanost prema gradu Ludbregu u jednom smjeru te Legradu pa i dalje prema Koprivnici u drugome smjeru.

Mali Bukovec kao naselje i općina osim poljoprivredne ima razvijenu kožnu, drvnu i metaloprerađivačku industriju te trgovinu i uslužne djelatnosti. Također u naselju se nalaze razne udruge kao što su zadruga za poljoprivredu te udruga cvjećara koja predstavlja ovo naselje kao jedno od vodećih i najboljih u tome poslu. Zahvaljujući blizini rijeke Drave, područje je izvor mineralnih sirovina kao što su šljunak i pijesak, dok još uvijek neiskorišten, ali veliki potencijal Općine Mali Bukovec predstavlja izvor geotermalne vode Lunjkovec-Kutnjak.,

Posebno priznanje selo je dobilo 2003. godine kada mu je Hrvatska turistička zajednica u ekološko-edukativnoj akciji Volim Hrvatsku dodijelila priznanje Zeleni cvijet s brončanim znakom za treće mjesto u izboru najuređenijeg mjesta u sjeverozapadnoj Hrvatskoj. Iste godine TZ Varaždinske županije Mali Bukovec je nagradila Zelenim cvijetom sa zlatnim znakom za opću uređenost i uređenost okoliša[14].

Naselje Mali Bukovec ima veliki potencijal za seoskim turizmom ukoliko će doći do daljnjih ulaganja i poboljšanja infrastrukture. Velika prednost u tome segmentu je ta da je naselje okruženo dvjema rijekama Bednjom i Dravom koje imaju iznimnu prirodnu ljepotu.

### 3. ANALIZA PROSTORNO-PROMETNE DOKUMENTACIJE

Dokumenti kojima se prikazuje prostorno uređenje nekog šireg područja, čije se osnovne postavke moraju primjenjivati i poštivati u procesu prostornog planiranja na području države i županije, pa tako i na samom području Općine Mali Bukovec, su sljedeći:

- Strategija prostornog uređenja Republike Hrvatske,
- Program prostornog uređenja Republike Hrvatske ,
- Prostorni plan Varaždinske županije[2].
- Strategija razvoja Općine Mali Bukovec

Strategija i program prostornog uređenja RH temeljni su dokumenti gospodarenja prostorom, prostornog razvoja i planiranja na razini države. Dok strategija sadrži osnove za usklađivanje i usmjeravanje cjelokupnog prostornog i inog razvoja s ciljevima, program utvrđuje potrebite mjere i aktivnosti za njihovo provođenje.

Globalni prioriteti po Programu prostornog uređenja RH obuhvaćaju:

- uvažavanje obilježja i osobitosti predmetnog područja u prostornom planiranju,
- osiguravanje učinkovitosti sustava prostornog uređenja,
- poboljšanje učinkovitosti korištenja već angažiranog prostora i na njemu postojećih potencijala,
- prilagođavanje razvojnih ciljeva značajkama prostora i sredine,
- povećanje kvalitete života i uravnoteženje razvoja svih područja države,
- otklanjanje nedostataka i poboljšanje postojećih infrastrukturnih sustava,
- saniranje kritičnih mjesta ugrožavanja prostora i okoliša[2].

U skladu sa globalnim prioritetima iste je potrebno odrediti na lokalnoj razini u okviru pojedinih sektora - resora, na sljedeći način:

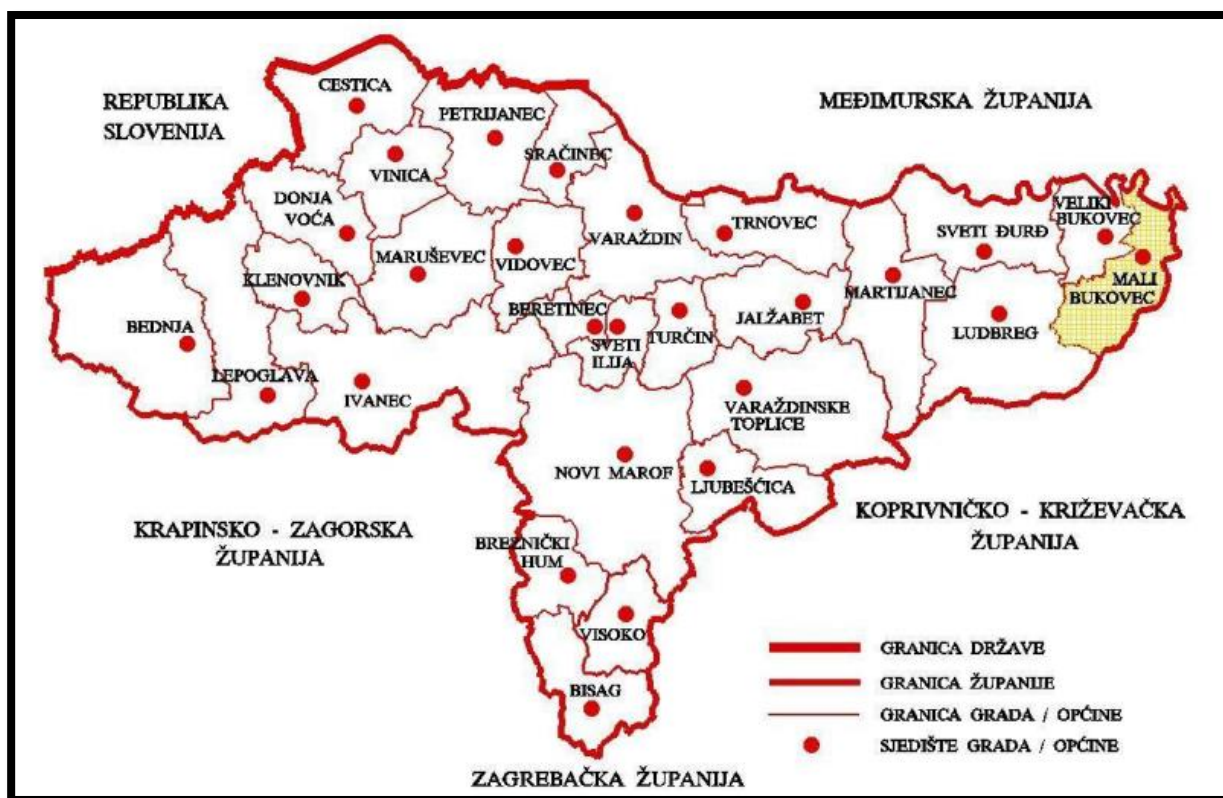
- Stanovništvo, naselja, građevinska područja,
- Društvena infrastruktura,
- Infrastrukturni sustav,
- Gospodarske djelatnosti u prostoru,
- Zaštita posebnih vrijednosti prostora i okoliša,
- Prirodna baština,
- Graditeljska baština,
- Krajoлик[2].

### 3.1. Prostorne značajke i resursi

Područje Općine Mali Bukovec u cijelosti je nizinsko te kao takvo spada u pridravsku ravnicu gornje Podravine. U tekstu je navedeno već prije da Općina Mali Bukovec spada u Varaždinsku županiju te je kao takva njezina najistočnija točka lokalne samouprave.

Kada govorimo o nadmorskoj visini općine može se reći da dravska nizina blago pada prema istoku u smjeru toka rijeke Drave te se nadmorska visina kreće se u rasponu od 130 m n/m uz rijeku Dravu do 150 m n/m na krajnjem jugu uz potok Segovinu.

Slika. 1 prikazuje točan položaj Općine Mali Bukovec u odnosu na ostatak županije te općine, gradove i županije koje ju okružuju. Na slici je vidljivo da je to posljednja općina na istočnoj strani Varaždinske županije kao što je to bilo navedeno ranije u tekstu.



Slika 1 Položaj Općine Mali Bukovec u Varaždinskoj županiji, [2]

Slika 2. prikazuje točnu podjelu Općine Mali Bukovec na 6 naselja. Iz slike može se zaključiti da je površinom najveće naselje Sveti Petar Ludbreški te najmanje naselje Martinić. Na slici su prikazane granice naselja, općine i ono najbitnije županije.

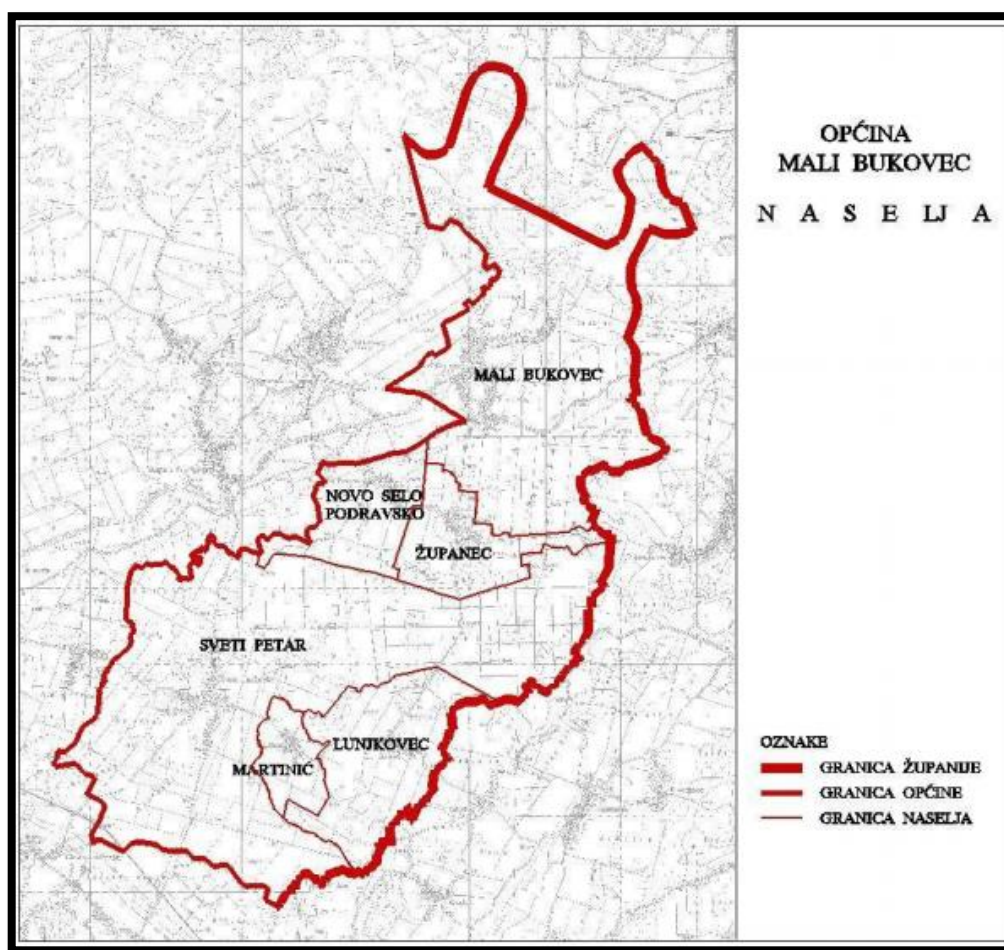
Od svih 6 naselja koja se nalaze u sklopu Općine Mali Bukovec prema prostornom planu uređenja svega 3 naselja imaju prostor pripremljen za gospodarsku zonu koja bi obuhvaćala malo i srednje poduzetništvo i zonu zelenila, sporta i rekreacije. Detaljan grafički prikaz svrhe korištenja i namjene površina cijele općine Mali Bukovec moguće je vidjeti u Prilogu 1.

Naselja koja posjeduju gospodarsku zonu i zonu zelenila, sporta i rekreacije:

- Mali Bukovec
- Novo Selo Podravsko
- Sveti Petar Ludbreški

Naselja koja ne posjeduju gospodarsku zonu i zonu zelenila, sporta i rekreacije:

- Martinić
- Lunjkovec
- Županec



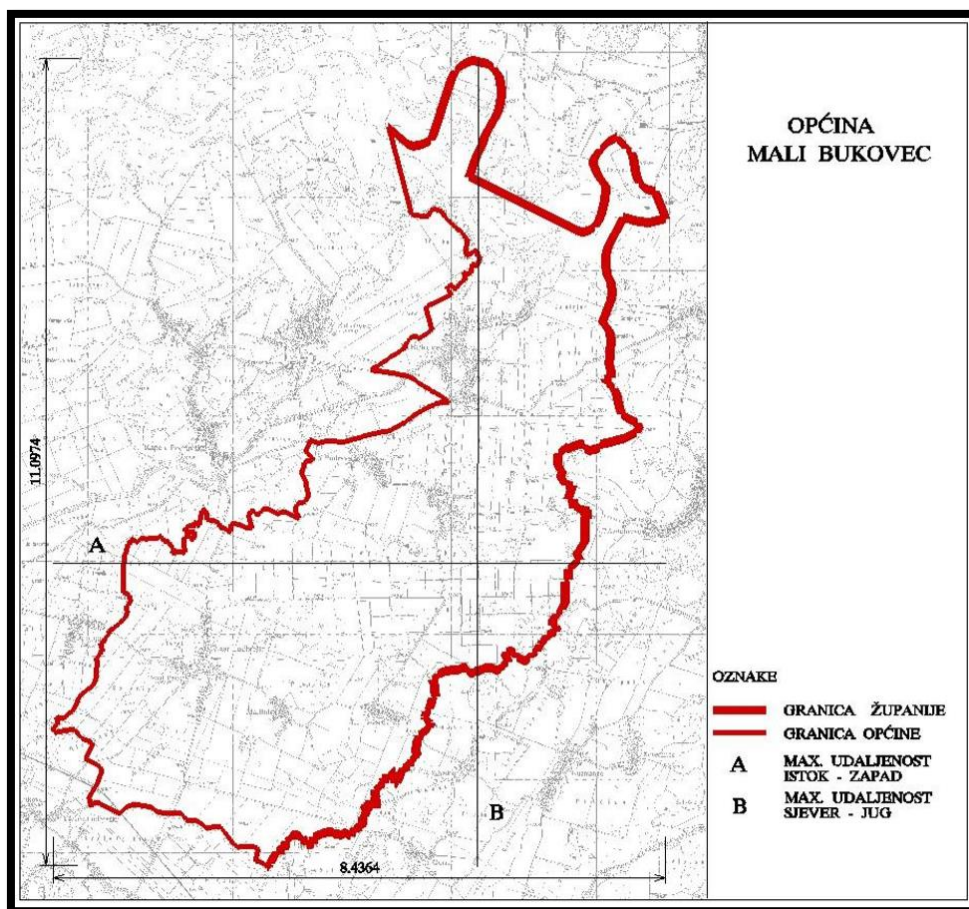
Slika 2 Grafički prikaz podjele Općine Mali Bukovec na naselja, [2]

U Tablici 3. izneseni su podaci o Općini Mali Bukovec koji su stavljeni u odnos s podacima županije. Kao što je spomenuto ranije u radu da je površina općine 37,28 km<sup>2</sup>, treba spomenuti vrlo bitan podatak da Općina Mali Bukovec ima dužinu granice 46 km, 24 km s istočne strane Općine predstavlja županijsku granicu od mogućih 211 km što bi značilo da općina čini 11,37 % županijske granice. Udaljenost krajnjih točaka koje su prikazane u Tablici 3. mogu se vidjeti na Slici 3. gdje su grafički prikazane i smještene na kartu općine.

Tablica 3. Opći podaci o teritoriju Općine Mali Bukovec

OPĆINA MALI BUKOVEC	Općina	Županija	Postotak (%) općine u odnosu na županiju
	km <sup>2</sup> ,km	km <sup>2</sup> ,km	%
Površina	37,28	1.261,29	2,95
Dužina državne granice	-	54,20	-
Dužina županijske granice	24,00	211,00	11,37
Granica ukupno	46,00	265,20	-
Udaljenost krajnjih točaka istok-zapad	8,44	69,10	-
Udaljenost krajnjih točaka sjever-jug	11,10	44,10	-

Izvor:[2]



Slika 3. Udaljenost krajnjih točaka Općine Mali Bukovec, [2]

Prema katastarskim podacima prikazanim u tablici 4. poljoprivredno zemljište obuhvaća oranice, voćnjake, vinograde, livade i pašnjake u iznosu od 2.568,6553 ha što iznosi 70,31% ukupne površine općine, 1.918,3763 ha čine oranice, voćnjaci i vinogradi koji čine obradive poljoprivredne površine što iznosi 74,63%. Razliku od obradivih površina do ukupnog poljoprivrednog zemljišta predstavljaju livade i pašnjaci u površini od 650,279 ha, odnosno 25,30%, te trstici i šikare u površini od 1,9985 ha u iznosu 0,07%.

Razlika do ukupne katastarske površine općine sadržana je u površini šuma 702,1106 ha ili 19,20% i u površini ostalog zemljišta koja iznosi 383,4243 ha ili 10,49%.



Tablica 4. Osnovna podjela i namjena zemljišta

Katastarska kultura	Površina(ha)	Broj parcela
Oranica	1.903,88570	7,589
Voćnjak	13,46070	205,000
Vinograd	1,02990	10,000
Livada	583,33100	3,777
Pašnjak	66,94800	178,000
Šuma	702,11060	1.170,000
Trstik	1,99850	32,000
Ostala zemljišta	383,42430	2,599
<b>Ukupno:</b>	<b>3.656,18870</b>	<b>15,560</b>

Izvor:[2]

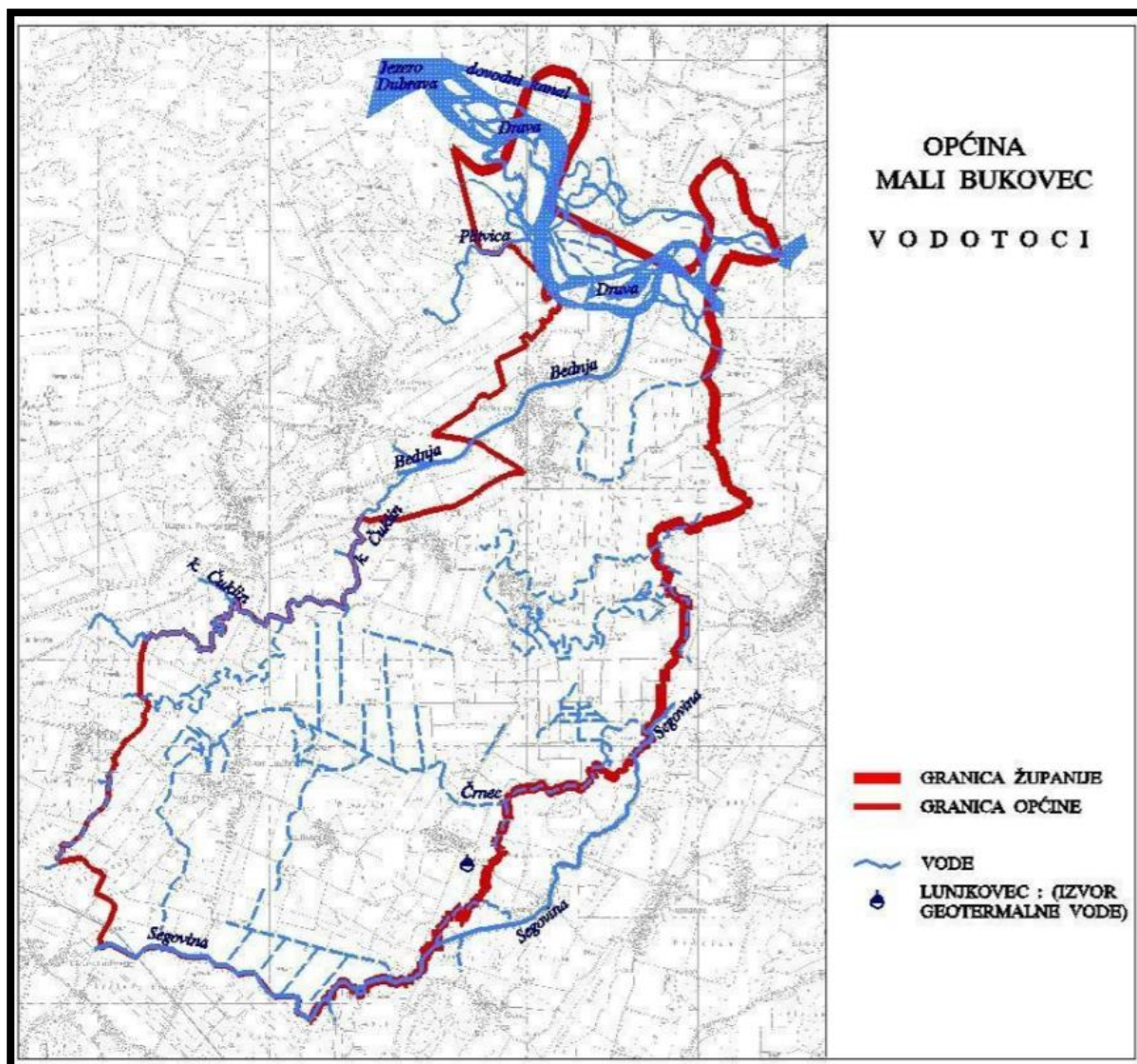
### 3.1.1. Vodni resursi

Područje Općine Mali Bukovec smatra se u potpunosti kao vodonosno područje. To bi značilo da postoji vodonosni sloj odnosno vodonosnik. Vodonosnik predstavlja propusni sloj ili više slojeva koji sadržavaju vodu i kroz koje se voda može gibati u prirodnim uvjetima. Vodonosnik se napaja na dva načina, napajanje iz obližnje rijeke Drave koje je dominantnije i infiltracijom padalinskih voda s površine terena. Voda se akumulira u aluvijalnom vodonosniku međuzrnske poroznosti. S obzirom na količine podzemnih voda dravski vodonosnik je od strateškog značaja za širu regiju, a važnost i nužnost zaštite definirana je Strategijom i Programom prostornog razvoja RH i Županijskim prostornim planom.[3]

Slika 4. prikazuje detaljan raspored vodotoka na području Općine Mali Bukovec. Na slici su vidljivi stalni vodotoci koji su obilježeni punom plavom linijom te povremeni vodotoci koji su prikazani pomoću isprekidane plave linije.

Važno je napomenuti da Općina ima izvor geotermalne vode koje se nalazi u naselju Lunjkovec te je prikazano na slici.



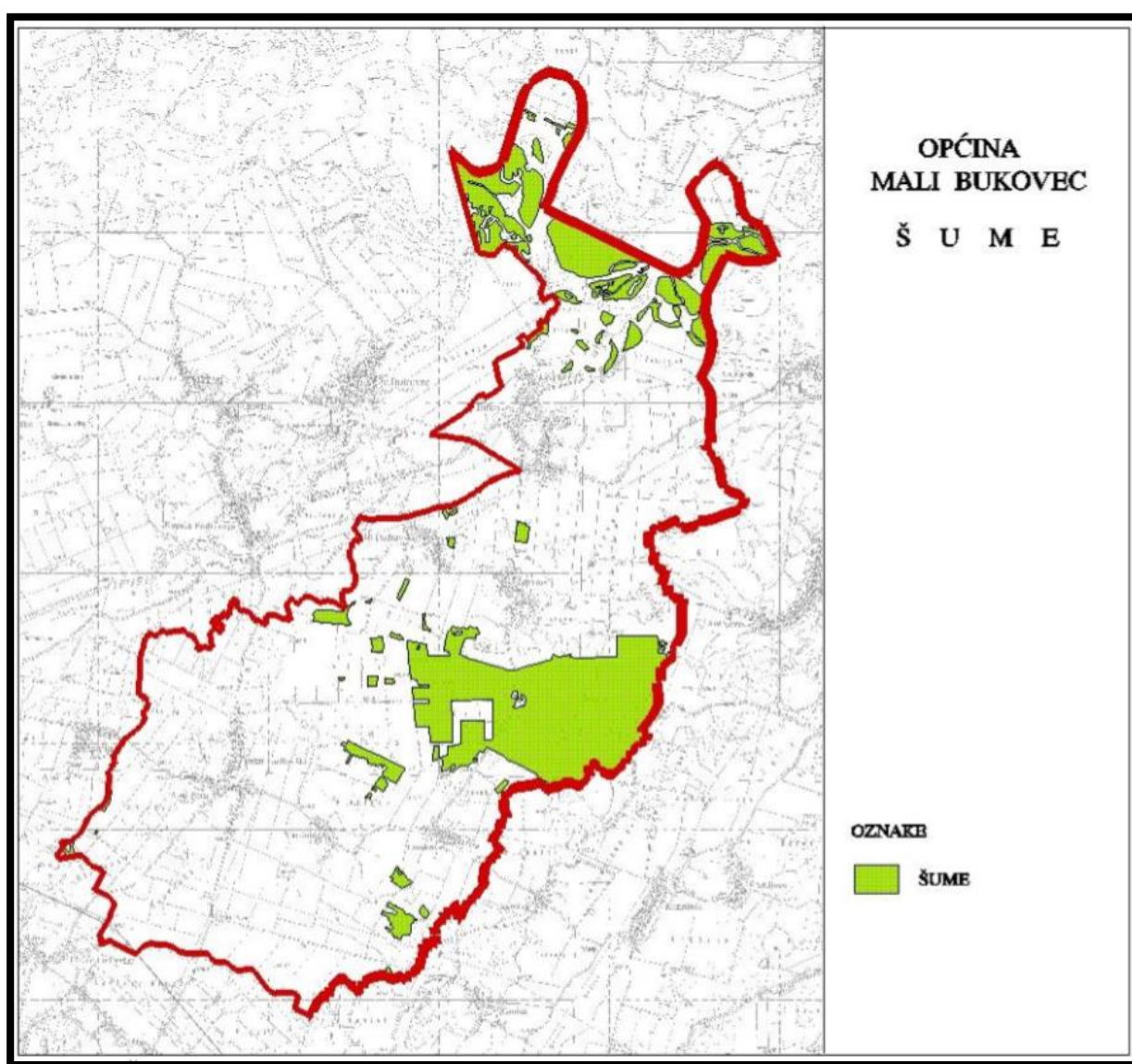


Slika 4. Prikaz vodotoka na području Općine Mali Bukovec, [2]

### 3.1.2. Šume

Za Općinu Mali Bukovec može se reći da područje ne obiluje šumama. Prema katastarskim podacima koji su prikazani u Tablici 4. radi o površini svega 702,11 ha što iznosi svega 19,2 % od ukupne površine Općine. Najveći dio šuma nalazi se u sjevernom dijelu općine uz staro korito rijeke Drave, te unutar šumskog kompleksa Križančija[2].

Slika 5. prikazuje detaljan prikaz površina Općine Mali Bukovec koje su pod šumskim pokrovom. Kao što je navedeno u tekstu vidljivo je da se većina šumskog pokrova nalazi u naseljima Mali Bukovec uz rijeku Dravu te šumskom kompleksu Križančija koji spada pod naselje Lunjkovec.



Slika 5. Prikaz šuma na području Općine Mali Bukovec, [2]

### 3.2. Prometne značajke

U Općini Mali Bukovec zastupljene su određene grane prometa koje utječu na svakodnevni život stanovnika općine.

Prometne grane koje su zastupljene i od izričitog značenja za općinu su:

- Cestovni promet,
- Željeznički promet,
- Poštanski promet,
- Telekomunikacijski promet,
- Cjevovodni promet.

Cjevovodni promet uz ostale grane prometa spomenut je iz razloga da se uz postojeću mrežu plinovoda planira i magistralni plinovod pod imenom Adria LNG u skoroj budućnosti koji bi kroz općinu prolazio pokraj Novog Sela Podravskog te između naselja Mali Bukovec i Županec[2].

Općinom Mali Bukovec prolaze dvije rijeke Bednja i Drava kao što je to spomenuto ranije u radu, ali ne postoji riječni promet budući da niti jedna rijeka u tome predjelu nije plovna niti se mogu ostvariti plovni putovi.

#### 3.2.1. Cestovni promet

Iako se Općina Mali Bukovec nalazi izvan značajnih prometnih pravaca županije i države, prometna povezanost s važnijim središtima, pa i susjednim prostorima ipak je zadovoljavajuća. Općini je najbliži grad Ludbreg, prometno središte i sjedište bivše općine, s kojim je povezana županijskim cestama ŽC 2076 i ŽC 2079, koje su renovirane na nekim dijelovima, ali sveukupno u vrlo lošem stanju.

Područjem općine prolazi još šest lokalnih cesta, tako da se može reći da je povezanost naselja zadovoljavajuća. Veza na mrežu državnih cesta ostvaruje se preko ŽC 2076 u naselju Sigetec Ludbreški koje je izvan područja općine, a gdje se ova cesta spaja na DC 2.

Cestovni prometni koridor koji je od velikog strateškog značaja, odnosno koridor državnog i županijskog značaja koji prolazi prostorom Općine Mali Bukovec, je koridor Podravske brze ceste (Slovenija-Varaždin-Koprivnica-Osijek-Istočna Europa) koji je predviđen u južnom dijelu općine[2].

Jedan od ciljeva razvitka i unapređenja sustava cestovne mreže županije i općine je povećanje gustoće mreže državnih cesta. S te osnove prostornim planom županije planirano je, podizanje kategorije postojeće županijske ceste ŽC 2076 u državnu, kako bi se područje Općine povezalo cestom državnog značaja s gradom Ludbregom te se stvorila veza na DC 2 i susjednom Koprivničko-križevačkom županijom.

U cilju poboljšanja protočnosti i sigurnosti na postojećoj mreži kategoriziranih cesta potrebno je posebnu brigu posvetiti unapređenju stanja istih u vidu podizanja kvalitete prometa, rekonstrukcije kritičnih dionica i povećanju standarda njihovog održavanja uz izgradnju pješačkih staza u središtima naselja.

### 3.2.2. Željeznički promet

Kroz područje Općine Mali Bukovec, u njenom južnom dijelu na granici sa Gradom Ludbregom, prolazi željeznička pruga Koprivnica-Varaždin koja prema kategorizaciji predstavlja glavnu prugu I reda[2]. Ta pruga predstavlja zadnju dionicu tzv. "Podravske magistrale", ulazi u red značajnih željezničkih prometnica koja povezuje gospodarske i kulturne centre Podravine na prostoru od Varaždina do Osijeka.

Veza na ovu željezničku prugu ostvaruje se putem ŽC 2076 (spoj na DC 2) u Ludbregu, ili putem lokalnih cesta LC 25100 i LC 25155 izvan općine u naseljima Čukovec i Bolfan.

## 4. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA

Prometna mreža koja se rasprostire na području Općine Mali Bukovec sastoji se od 2 županijske ceste te 6 lokalnih cesta te velikog broja nerazvrstanih cesta. Kroz općinu ne prolazi niti jedna državna cesta. Povezanost unutar općine i sa susjednim općinama i gradovima moglo bi se reći da je zadovoljavajuća.

Može se reći da je postojeće stanje svih prometnica na području općine je zadovoljavajuće. Na većini prometnica vidljivi su znakovi istrošenosti tijekom godina eksploatacije, ali bi u okviru održavanja, poboljšanja kvalitete i podizanja sigurnosti cestovne mreže određene prometnice trebalo sanirati i asfaltirati. Iako se područje općine nalazi izvan glavnih prometnih tokova sigurnost prometa nije u potpunosti zadovoljavajuća, budući da kroz naseljeni prostor odnosno središnji dio naselja, upravo prolaze glavne prometnice.

Popis prometnica na području Općine Mali Bukovec:

Županijske ceste:

- ŽC 2076 Sigetec Ludbreški (D 2) - Selnica Podravska - Veliki Otok - D 20
- ŽC 2079 Slokovec (ŽC 2076) - Vojvodinec - ŽC 2081

Lokalne ceste:

- LC 25100 Dubovica (ŽC 2072) - Sveti Petar - Čukovec -D 2
- LC 25101 Veliki Bukovec (ŽC 2072) - Mali Bukovec -ŽC 2076
- LC 25102 Novo Selo Podravsko (ŽC 2076) – Selnica Podravska - ŽC 2076
- LC 25103 Mali Bukovec (ŽC 2076) - Županec – Lunjkovec-ŽC 2079
- LC 25155 Sveti Petar (ŽC 2079) - Bolfan D2
- LC 20039 HE Čakovec (ŽC 2022) – HE Donja Dubrava-Donja Dubrava (D 20)

Postoji mogućnost za napredak pomoću podizanja sigurnosti prometnica, modernizacijom i unapređenjem kvalitete cestovne mreže, sprječavanjem daljnjih proširenja naselja duž županijskih cesta kako ne bi došlo do sniženja kategorije istih, te kako je dano u prostornom planu županije rekategorizacijom županijske ceste u državnu cestu koja bi bila od većeg značaja i osiguravala bolju povezanost.



**OPĆINA  
MALI BUKOVEC  
P R O M E T**

18

U tablici 5. mogu se vidjeti podaci koji prikazuju podjelu cesta, njihovu dužinu te naravno koliko su istoimene ceste pokrivene asfaltom ili makadamom.

Dolazi se do zaključka da sve bitnije prometnice su asfaltirane te da je pokrivenost asfaltom zadovoljavajuća.

Tablica 5. Opći podaci o razvrstanim cestama na području Općine Mali Bukovec

Cesta	Dužina (km)		Ukupno
	Asfalt	Makadam	
Županijska	9,36	0,34	9,70
Lokalna	13,83	4,42	18,25
<b>Ukupno</b>	<b>23,19</b>	<b>4,76</b>	<b>27,95</b>

Izvor:[3]

Sve ostale ceste i putovi na području općine spadaju u nerazvrstane ceste. Stanje nerazvrstanih cesta je zadovoljavajuće, mada osnovni problem glede njihovog stanja i održavanja predstavlja promet u svrhu ilegalnog odvoza šljunka iz korita rijeke Drave.

Općina nema poseban iskaz odnosno odluku kojom bi bilo određeno koje su nerazvrstane ceste od prioritetne prometne važnosti. Bitno je napomenuti da na području Općine Mali Bukovec postoji veliki broj nerazvrstanih cesta koje su u lošem stanju, kao i velika većina šumskih putova, što ukupno predstavlja opasnost za stanovnike i korisnike koji ih svakodnevno koriste. Potrebna su ulaganja kako bi se nerazvrstane ceste dovele u stanje koje je zadovoljavajuće za svakodnevne korisnike te prvenstveno kako bi se povećala sigurnost tih cesta. Takvim uređenjem povećala bi se atraktivnost prostora i za turiste.

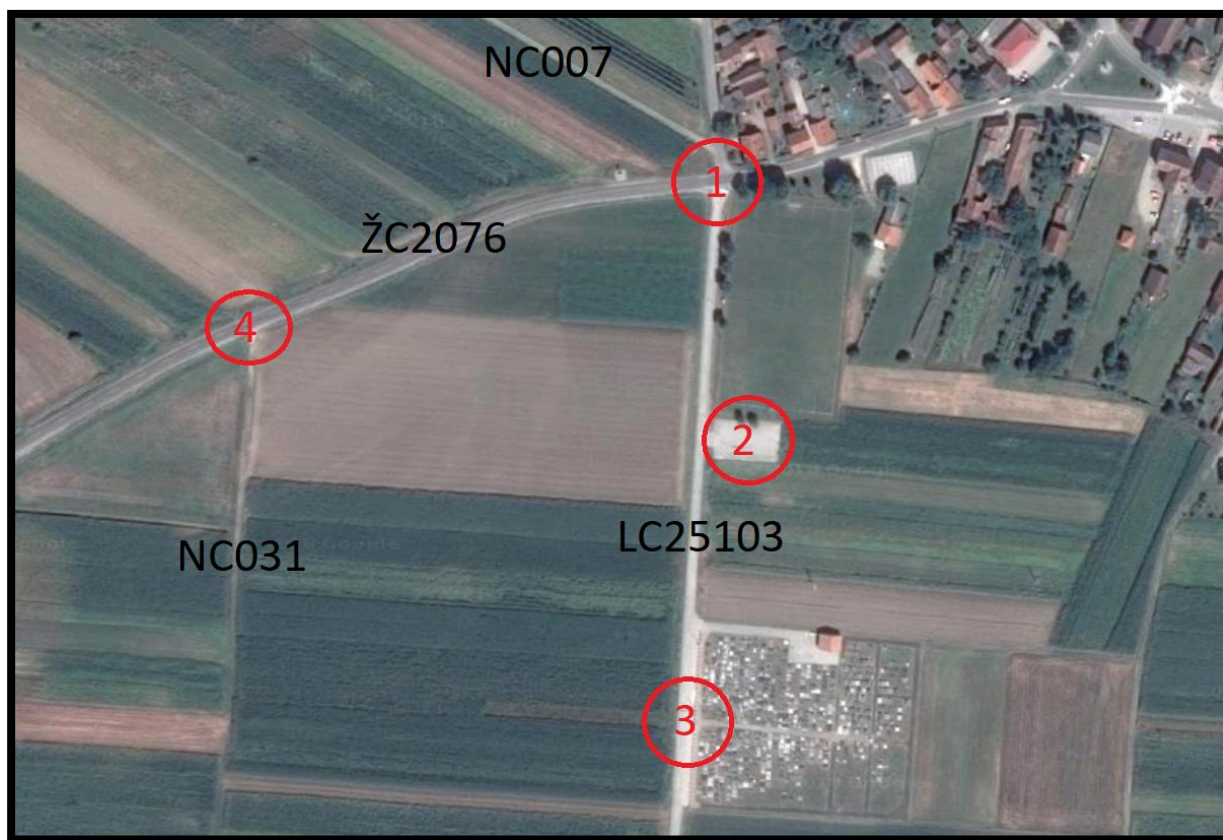
Za ovaj diplomski rad odabrane su četiri lokacije u općini odnosno lokacije koje spadaju pod naselje Mali Bukovec. Lokacije će biti detaljno predstavljene te analizirane kako bi se postavila detaljna analiza postojećeg stanja za iste.

Slika 7. predstavlja lokacije koje su uzete u obzir za ovaj diplomski rad te koje će biti analizirane te za njih će biti ponuđena idejna rješenja.

Lokacija „1“ predstavlja raskrižje županijske ceste (ŽC2076), lokalne ceste (LC25103-Ulica Mihovila Pavleka Miškine) te Ulice Braće Radić na koju se u samoj blizini raskrižja spaja nerazvrstana cesta (NC007).

Lokacija „2“ predstavlja asfaltiranu površinu koja se spaja na lokalnu cestu (LC25103) te bi trebala imati ulogu parkirališta, ali stanje u kojem je izvedeno nije zadovoljavajuće.

Lokacija „3“ predstavlja područje okolice groblja te spoj groblja na lokalnu cestu (LC25103). Lokacija „4“ predstavlja raskrižje županijske ceste (ŽC2076) i nerazvrstane ceste (NC031).



Slika 7. Prikaz odabranih lokacija za analizu postojećeg stanja, [11]

#### 4.1. Analiza postojećeg stanja lokacija „1“

Raskrižje županijske ceste ŽC2076, lokalne ceste LC25103 (Ulica Mihovila Pavleka Miškine) i Ulice Braće Radić prvo je raskrižje koje će biti detaljno analizirano kako bi se dala analiza postojećeg stanja samog raskrižja. Raskrižje karakterizira križanje županijske ceste i lokalne ceste spoj nerazvrstane ceste u blizini raskrižja vidljivo na Slici 8. Također na slici je vidljivo da se glavna županijska cesta vodi u pravcu kao i sporedne ceste što ugrožava osobe koje se koriste ovim cestama i prolaze kroz raskrižje. Zbog vođenja županijske ceste u pravcu postižu se velike brzine prije ulaska u naselje, cesta se vodi u pravcu s blagim zavojem skoro do kraja naselja gdje počinju nagli zavoji gdje su vozači primorani smanjiti brzinu.





Slika 8. Prikaz raskrižja "1", [11]

Županijska cesta ŽC2076 do raskrižja izvedena je sa po dvije prometne trake, svaka za svoj smjer vožnje, bez utvrđenog rubnog traka i pripadajuće bankine, stanje je vidljivo na slici 9. Širina prometnih trakova za svaki smjer do samog raskrižja je 3,00 metra. U 2017. godini završena je rekonstrukcija županijske ceste ŽC 2076 pomoću koje je cesta proširena sa 5,00 metara na današnjih 6,00 metara odnosno prometne trake proširene su sa 2,50 m – 3,00 m. Širina prometnih traka županijske ceste ŽC2076 nakon raskrižja se sužava sa 3,00 m na 2,50 m. Također kao i izvan naselja u naselju nisu obilježene rubne trake, stanje je vidljivo na Slikama 9. i 10.

Na slikama je također vidljivo da središnja linija je lagano izbljedadnjela, te se može vidjeti da ne postoji nikakva vertikalna signalizacija niti za jedan smjer vožnje, koja bi upozorila vozače da smanje brzinu i signalizacija koja bi upozorila vozača da nailazi na raskrižje.



*Slika 9. Zapadni privoz raskrižja "1"*



*Slika 10. Istočni privoz raskrižja "1"*

Slike 11. i 12. prikazuju oštećenja na rubnim dijelovima županijske ceste od navedenog raskrižja u smjeru centra naselja. Vidljiva su puknuća asfalta te istrošenost asfalta tijekom godina eksploatacije.



*Slika 11. Stanje rubnog djela kolnika istočnog privoza*



*Slika 12. Oštećenje kolnika na istočnom privozu*



Prva sporedna cesta koja se spaja na glavnu županijsku cestu ŽC2076 je lokalna cesta LC25103 koja nosi naziv Ulica Mihovila Pavleka Miškine te spaja naselje Mali Bukovec sa susjednim naseljem Županec. Slika 13. prikazuje da se lokalna cesta LC25103 vodi kompletno u pravcu te je moguće postizanje velikih brzina do samog raskrižja, što ovu cestu i ovo raskrižje čini vrlo opasnim.

Na slici 13. označena je parcela koja stvara velike probleme što se tiče preglednosti, naime kada je na njoj posađena kultura kukuruza vozač koji dolazi u raskrižje sa sporedne lokalne ceste LC25103 ima velikih problema s preglednošću budući da kukuruz smanjuje preglednost te zaklanja pogled. To stvara prilično nesigurnu situaciju budući da se na glavnoj prometnici ŽC2076 koja se vodi većinom, postižu velike brzine pa čak i preko 100 km/h.



*Slika 13. Prikaz sporedne ceste LC25103 u prostoru, [11]*

Lokalna cesta LC25103 (Ulica Mihovila Pavleka Miškine) do raskrižja izvedena je sa po dvije prometne trake, svaka za svoj smjer vožnje, kao i na glavnoj županijskoj cesti nema utvrđenih rubnih trakova i pripadajućih bankina, stanje je vidljivo na Slici 14.

Širina prometnih trakova za svaki smjer do samog raskrižja je 2,50 metra. Što se tiče horizontalne i vertikalne signalizacije može se reći da nije zadovoljavajuća.

Horizontalna signalizacija je dotrajala odnosno izblijedjela skroz što je najbolje vidljivo po središnjoj liniji koja razdvaja dva prometna traka, te kako je i spomenuto ranije u tekstu rubne trake ne postoje. Od vertikalne signalizacije postavljen je samo jedan prometni znak, a to je znak stop. Kao i na županijskoj cesti na cijelom potezu između dva naselja nema nikakve vertikalne signalizacije koja bi upozorila vozača na propisanu brzinu i najavila raskrižje. Također i na ovom potezu ceste mogu se razviti brzine i veće od 100 km/h što u konačnici ugrožava sve sudionike u prometu koji prometuju ovom cestom i dotičnim raskrižjem.



*Slika 14. Stanje kolnika i prometne signalizacije LC25103 ispred raskrižja*

Na Slikama 15. i 16. vidljivo je stvarno stanje ceste i dijela gdje se sporedna lokalna cesta LC25103 (Ulica Mihovila Pavleka Miškine) spaja na glavnu županijsku cestu (ŽC2076).

Vidljiva je istrošenost kolnika, također na slici se može vidjeti pucanje kolnika koje se proteže na cijelom potezu te ceste sve do susjednog naselja Županec. Vidljivi su popravci odnosno krpanje ceste u više navrata. Horizontalna signalizacija je u jako lošem stanju te je izvedena vrlo loše. Može se sa sigurnošću reći da je cesta u vrlo lošem stanju te da je potrebna hitna obnova, a još važnije rekonstrukcija cijelog raskrižja kojim bi se riješili svi privozi.



*Slika 15. Prikaz oštećenja na kolniku*



*Slika 16. Prikaz stanja horizontalne signalizacije i način izvođenja*

Ulica Braće Radić predstavlja drugu sporednu cestu koja se spaja na glavnu županijsku cestu (ŽC2076). Ova cesta kao i sve ceste koje čine ovo raskrižje vodi se u pravcu, ali pozitivna stvar je da prolazi kroz naselje te od svih cesta koje su analizirane u ovome raskrižju ona je najuža. Slika 17. prikazuje nam njezin položaj u prostoru. Na ovu cestu prije samog raskrižja spaja se nerazvrstana cesta (NC007). Budući da je spomenuto već da je ova cesta najuža od svih analiziranih treba naglasiti da je njezina ukupna širina 4,50 m odnosno širina svakog traka iznosi 2,25 m.





*Slika 17. Prikaz sporedne Ulice Braće Radić te NC007, [11]*

Zbog svoje širine ova cesta nije razdvojena središnjom linijom te kao takva nema horizontalnu signalizaciju što podrazumijeva i rubne trake što je vidljivo na Slikama 18. i 19. Također ne postoji horizontalna signalizacija ispred ulaza u raskrižje koja bi upozorila vozača da se mora zaustaviti. Na samome ulazu u raskrižje postavljena je vertikalna signalizacija u obliku prometnog znaka STOP. Kao i u prethodnim slučajevima tako u ovom ne postoji vertikalna signalizacija koja bi pravovremeno obavijestila vozača da prilazi raskrižju i pripremila ga na njega. Na slikama je vidljivo koliko je spoj nerazvrstane ceste (NC007) sa Ulicom Braće Radić blizu samog raskrižja.

U ovom slučaju kao i prethodnom slučaju spajanja sporedne ceste na glavnu javlja se problem preglednosti. Vozač koji prilazi raskrižju po ovoj sporednoj cesti prilikom prilaza mora ući dosta u raskrižje kako bi imao preglednost na smjer prometovanja vozila koja izlaze iz naselja, budući da mu preglednost smanjuje ograda kuće koja se nalazi uz sam rub raskrižja.



*Slika 18. Prikaz stanja kolnika Ulice Braće Radić*



*Slika 19. Prikaz spoja NC007 na Ulicu Braće Radić*

Na Slikama 18. i 19. vidljivo stanje kolnika. Kolnik na sebi nema većih oštećenja kao što su npr. rupe. Jedina oštećenja koja su vidljiva na kolniku to su sitne pukotine koje se protežu duž cijele ceste.

Zaključak ove analize bio bi da je ovo raskrižje vrlo opasno po sigurnost sudionika u prometu iz više razloga, a to su:

- Vođenje svih cesta u pravcu,
- Mogućnost postizanja velikih brzina ispred naselja i samog raskrižja,
- Neadekvatna horizontalna signalizacija,
- Neadekvatna vertikalna signalizacija,
- Loše stanje cesta,
- Nepostojanje pješačke staze i pješačkih prijelaza uz rub kolnika unutar naselja u blizini raskrižja.

#### 4.2. Analiza postojećeg stanja lokacija „2“

Druga lokacija u analizi postojećeg stanja koja će biti detaljno analizirana vidljiva je na Slici 20. te je označena crvenom kružnicom. Asfaltirana površina koja je uzeta kako bi se analiziralo postojeće stanje u trenutnom stanju predstavlja parkiralište koje služi za posjetitelje nogometnih utakmica i posjetitelje groblja.

Na Slici 20. vidljivo je da je parkiralište smješteno uz rub nogometnog igrališta koje spada pod naselje Mali Bukovec. Nadalje, vidi se priključak na lokalnu cestu LC25103 (Ulica Mihovila Pavleka Miškine). Kao što je navedeno u prethodnom odlomku kod analize raskrižja „1“ vidljivo je da se lokalna cesta LC25103 (Ulica Mihovila Pavleka Miškine) na koju se spaja analizirano parkiralište kompletno vodi u pravcu. Budući da se cesta kompletno vodi u pravcu, visina sigurnosti samog spoja parkirališta na cestu je vrlo upitna. Stoga poseban naglasak tijekom analiziranja ove lokacije biti će na parametru sigurnosti.



Slika 20. Prikaz lokacije 2 u prostoru, [11]





*Slika 21. Prikaz asfaltirane površine koja predstavlja parkiralište*

Slika 21. prikazuje spoj površine koja predstavlja parkiralište na lokalnu cestu (LC25103 – Ulica Mihovila Pavleka Miškine). Ranije u radu je navedena širina lokalne ceste i ona iznosi 2,50 m. Na Slici 22. vidi se stanje kolnika lokalne ceste te se vidi stanje horizontalne signalizacije. Vidljiva je istrošenost središnje linije, rubni trakovi ne postoje kao što je spomenuto ranije u radu.

Na Slici 23. vidljivo je da je parkiralište denivelirano u odnosu na lokalnu cestu na koju se spaja. Stoga spojna rampa između parkirališta i lokalne ceste ima blagi uspon koji je vidljiv također na Slici 23.



*Slika 22. Stanje kolnika LC25103*



*Slika 23. Položaj parkirališta u odnosu na LC25103*

Na slici 22. vidljivo je da spoj parkirališta na lokalnu cestu nije adekvatno izveden ni obilježen. Na samom ulazu i izlazu s parkirališta vidljivo je da nije izvedena nikakva horizontalna signalizacija. Što se tiče vertikalne signalizacije postoji jedan prometni znak, a to prometni znak stop koji je postavljen s desne strane na izlazu s parkirališta. Prilikom izlaza na lokalnu cestu

vozač ima smanjenu preglednost s lijeve strane budući da mu vegetacija zaklanja pogled na cestu, vozač se mora uspeti prednjim krajem vozila na cestu kako bi dobio veću preglednost. Ukoliko se vozač upušta u ovakvu radnju dovodi sebe i ostale sudionike koji prometuju ovom cestom u opasnost budući da se na ovo cesti mogu razviti velike brzine. Širina površine predviđene za parkiralište iznosi 20,50 m, a duljina 35,00 m što znači da površina predviđena za parkiralište zauzima cca. 718 m<sup>2</sup>. Na slikama 24. i 25. vidljivo je da na površini koja predstavlja parkiralište nisu iscrtana parkirna mjesta koja su glavni atribut parkirališta te popratna horizontalna signalizacija.

Drugim riječima ne postoji nikakvo vođenje prometa po ovoj površini. Ova površina nije adekvatno izvedena te nema karakteristike pravog parkirališta. Potrebno je izraditi potpunu rekonstrukciju površine, iscrtati parkirna mjesta i ostali popratni sadržaj koji bi u konačnici okarakterizirao ovu površinu kao parkiralište te bi ona bila od nekog značaja naselju Mali Bukovec.



*Slika 24. Prikaz trenutnog stanja parkirališta iz južnog kuta*



*Slika 25. Prikaz trenutnog stanja parkirališta iz sjevernog kuta*



#### 4.3. Analiza postojećeg stanja lokacija „3“

Treća lokacija na kojoj će se obaviti analiza postojećeg stanja vidljiva je na slikama 26. i 27. I ova lokacija kao i prethodna nalazi se uz lokalnu cestu (LC25103 – Ulica Mihovila Pavleka Miškine). Ova lokacija karakteristična je po tome da se uz cestu nalazi groblje kao što je vidljivo na slikama. Na slici 27. vidljivo je stanje lokalne ceste koja se spominje i u prethodnim analizama te se ovaj analizirani potez ništa ne razlikuje po stanju kolnika i horizontalne signalizacije te njezinoj izvedenosti od ostatka koji je spomenut ranije u radu.



Slika 26. Prikaz lokacije „3“ u prostoru, [11]



Slika 27. Postojeće stanje kolnika LC25103

Ova lokacija je odabrana za analizu postojećeg stanja jer je od velike važnosti za naselje Mali Bukovec budući da se radi o groblju. Uređenost parkirnih mjesta je neadekvatna što je vidljivo na Slici 28. kao i sama sigurnost budući da ne postoji nikakva zaštita niti najava za vozače koji prometuju po LC25103 da se na ovoj lokaciji nalazi groblje te pripadajuće parkiralište.



*Slika 28. Postojeće stanje parkirnih mjesta na lokaciji „3“*

#### 4.4. Analiza postojećeg stanja lokacija „4“

Posljednja lokacija uzeta u analizu je lokacija pod rednim brojem četiri, položaj lokacije u prostoru prikazan je na Slici 29. Važno je napomenuti da je ova lokacija posebna po tome što predstavlja raskrižje koje bi u bližoj budućnosti predstavljalo ulazno izlaznu točku (raskrižje) za buduću poslovnu zonu naselja Mali Bukovec. Ovo raskrižje karakteristično je po tome jer ga čine županijska cesta ŽC 2076 te nerazvrstana cesta NC031 kao sporedna cesta koja se spaja na nju. Raskrižje se nalazi na udaljenosti cca. 250 m od raskrižja koje je bilo opisano o odlomku lokacija 1.



Slika 29. Prikaz lokacije „4“ u prostoru, [11]

Ranije u radu je spomenuto da je ova županijska cesta izvedena sa po dvije prometne trake, odnosno po jedna traka za svaki smjer vožnje. Širina prometnih traka iznosi 3,0 m te kao i na prethodnom dijelu koji je bio analiziran rubne trake nisu utvrđene kao ni pripadajuće im bankine. Na Slici 29. vidljivo je da se cesta prije raskrižja vodi u pravcu, nakon raskrižja nastavlja u pravcu te dolazi do blagog zavoja prije slijedećeg raskrižja. Kao i u prethodnoj analizi veliki problem stvara mogućnost razvijanja velikih brzina, a razlog tome je vođenje ceste u pravcu.

Na određenim dijelovima javlja se problem što bankine nisu propisno izvedene i uređene, te prilikom izlijetanja vozila, vozilo direktno s ceste izlijeće u jarak (odvodni kanal). Općenito što se tiče stanja kolnika, kolnik je u zadovoljavajućem stanju budući da je prije godinu dana završena rekonstrukcije. Stanje kolnika vidljivo je na Slici 30.





*Slika 30. Stanje kolnika na lokaciji „4“*

Bitno je napomenuti da je nerazvrstana cesta NC031 koja se spaja na županijsku cestu trenutno izvedena kao poljski put što je vidljivo na slici 30. Prilikom rekonstrukcije županijske ceste sami spoj dviju cesta odnosno raskrižje nije rekonstruirano te nije napravljena nikakva priprema koja bi ukazala na to da se ovdje radi o raskrižju koje bi predstavljalo budući ulaz i izlaz za poslovnu zonu naselja Mali Bukovec.

Spoj dviju cesta moguće je vidjeti na slici 31; te samo stanje nerazvrstane ceste NC031 vidljivo je na slici 32.



*Slika 31. Spoj NC031 i ŽC2076*



*Slika 32. Trenutno stanje NC031*

#### 4.5. Analiza podataka o brojanju prometa

Brojanje prometa predstavlja osnovicu prometnog prognoziranja, planiranja, projektiranja i gospodarenja prometnim sustavom i cestama. Podatci dobiveni brojanjem prometa predstavljaju stvarnu trenutačnu sliku dinamike prometnih tokova.

Cilj je brojenja prometa sustavno prikupljanje podataka o značajkama cestovnog prometa na što je moguće većem dijelu cestovne mreže u svrhu:

- prometnog i urbanističkog planiranja;
- planiranja perspektive prometne mreže nekoga većeg područja ili oblikovanja nekoga prometnog čvora;
- eventualne rekonstrukcije postojeće prometne mreže i izgradnje novih prometnih pravaca;
- reorganizacija prometnih tokova.



Kvalitetan sustav brojanja prometa na cestama od posebne je važnosti jer prikupljeni i statistički obrađeni podaci omogućuju praćenje i analiziranje prometnih potreba privrede i stanovništva, uočavanje nedostataka te na činjenicama utemeljeno prognoziranje, planiranje i projektiranje raznovrsnih elemenata modernog prometnog i transportnog sustava.

Brojanje prometa se može provoditi tokom jednog ili više dana, kontinuirano ili prekidno. Prilikom svakog brojanja potrebno je odrediti vremenske intervale unutar jednog dana, odnosno broji li se samo nekoliko specifičnih sati u danu ili kontinuirano svi sati.

Postojeća podjela načina brojanja prometa je:

- ručno,
- automatsko,
- kamerom,
- naplatno,
- satelitsko,
- brojanje vozila prevezenih trajektima,
- brojanje na parkirališnim površinama.

Brojanje prometa za potrebe ovog diplomskog rada izvršeno je na lokaciji 1 odnosno na raskrižju županijske ceste ŽC2076, lokalne ceste LC25103 (Ulica Mihovila Pavleka Miškine) i Ulice Braće.

Brojanje prometa obavljeno je 16.05.2018. godine u jutarnjim satima od 5:00 – 7:00 h kada je najveće opterećenje odnosno kada ljudi putuju na posao.

Lokacija brojanja prometa i smjerovi kretanja vozila prikazani su na Slici 33. Svako vozilo prilikom ulaska u raskrižje je zabilježeno te je zabilježen smjer kojem je to vozilo nastavilo put. Vozila koja su uzeta u obzir u ovome brojanju prometa podijeljena su u četiri skupine:

- Osobni automobili
- Teretna vozila
- Autobusi
- Bicikli

Pješaci su uzeti u obzir kao posebna skupina.



Slika 33. Lokacija brojanja prometa i smjerovi kretanja vozila, [11]

Kako bi se odredio lakši intenzitet prometnih tokova svaka skupina vozila ponderirana je s određenim koeficijentom i svedena je na jedinstvenu jedinicu koja se naziva „EJA“ odnosno ekvivalentna jedinica automobila.

Koeficijenti za množenje određenih kategorija su:

- Osobni automobili = 1
- Teška teretna vozila = 2
- Autobusi = 2
- Laka teretna vozila = 1,5
- Motocikli = 0,7
- Bicikli = 0,3

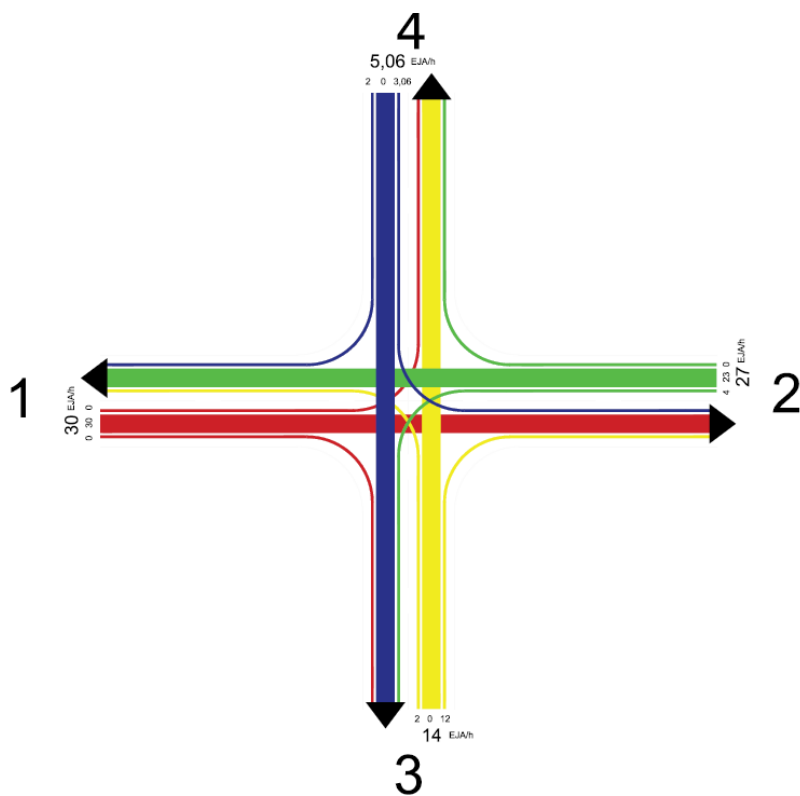
Podaci o brojanu prometa prikazani su u Tablicama 6. i 7. te na Slikama 34. i 35. vidljiv je grafički prikaz opterećenja raskrižja po privozima.

Tablica 6. Brojanje prometa na lokaciji „1“ od 05:00 – 06:00 h.

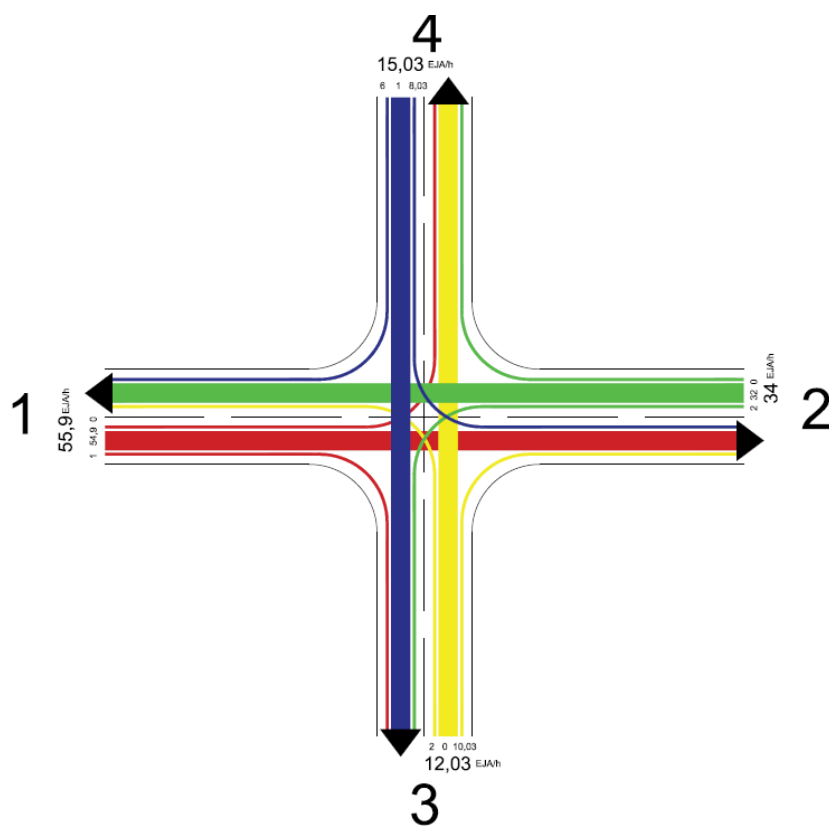
Sat	Smjer	15 min intervali	Osobni automobili	Teretna vozila	Bus	Biciklisti	Pješaci
05:00 - 06:00	Sjeverni privoz	0 - 15	0	0	0	0	0
		15 - 30	0	0	0	0	0
		30 - 45	2	0	0	1	0
		45 - 60	3	0	0	1	1
		Ukupno	5	0	0	2	1
	EJA		5	0	0	0,6	0
	Sveukupno		8				
	EJA Sveukupno		5,06				
Sat	Smjer	15 min intervali	Osobni automobili	Teretna vozila	Bus	Biciklisti	Pješaci
05:00 - 06:00	Južni privoz	0 - 15	0	0	0	0	0
		15 - 30	0	0	0	0	0
		30 - 45	2	0	0	0	0
		45 - 60	10	1	0	0	0
		Ukupno	12	1	0	0	0
	EJA		12	2	0	0	0
	Sveukupno		13				
	EJA Sveukupno		14				
Sat	Smjer	15 min intervali	Osobni automobili	Teretna vozila	Bus	Biciklisti	Pješaci
05:00 - 06:00	Istočni privoz	0 - 15	0	0	0	0	0
		15 - 30	3	0	0	0	0
		30 - 45	6	1	0	0	0
		45 - 60	14	1	0	0	0
		Ukupno	23	2	0	0	0
	EJA		23	4	0	0	0
	Sveukupno		25				
	EJA Sveukupno		27				
Sat	Smjer	15 min intervali	Osobni automobili	Teretna vozila	Bus	Biciklisti	Pješaci
05:00 - 06:00	Zapadni privoz	0 - 15	0	0	0	0	0
		15 - 30	4	0	1	0	0
		30 - 45	12	0	0	0	0
		45 - 60	10	0	1	0	0
		Ukupno	26	0	2	0	0
	EJA		26	0	4	0	0
	Sveukupno		28				
	EJA Sveukupno		30				

Tablica 7. Brojanje prometa na lokaciji „1“ od 06:00 – 07:00 h.

Sat	Smjer	15 min intervarli	Osobni automob ili	Teretna vozila	Bus	Biciklisti	Pješaci
06:00 - 07:00	Sjeverni privoz	0 - 15	0	0	0	0	0
		15 - 30	0	1	0	0	0
		30 - 45	4	0	1	0	0
		45 - 60	7	0	0	1	0
		Ukupno	11	1	1	1	0
	EJA		11	2	2	0,3	0
	Sveukupno		14				
	EJA Sveukupno		15,03				
Sat	Smjer	15 min intervarli	Osobni automob ili	Teretna vozila	Bus	Biciklisti	Pješaci
06:00 - 07:00	Južni privoz	0 - 15	0	0	0	0	0
		15 - 30	0	0	0	0	0
		30 - 45	2	0	0	0	0
		45 - 60	8	1	0	1	0
		Ukupno	10	1	0	1	0
	EJA		10	2	0	0,3	0
	Sveukupno		12				
	EJA Sveukupno		12,03				
Sat	Smjer	15 min intervarli	Osobni automob ili	Teretna vozila	Bus	Biciklisti	Pješaci
06:00 - 07:00	Istočni privoz	0 - 15	0	3	1	0	0
		15 - 30	1	1	0	0	0
		30 - 45	3	2	1	0	0
		45 - 60	16	0	0	0	0
		Ukupno	20	5	2	0	0
	EJA		20	10	4	0	0
	Sveukupno		27				
	EJA Sveukupno		34				
Sat	Smjer	15 min intervarli	Osobni automob ili	Teretna vozila	Bus	Biciklisti	Pješaci
06:00 - 07:00	Zapadni privoz	0 - 15	2	2	0	0	0
		15 - 30	21	5	1	1	0
		30 - 45	9	2	0	2	0
		45 - 60	1	0	1	0	0
		Ukupno	33	9	2	3	0
	EJA		33	18	4	0,9	0
	Sveukupno		47				
	EJA Sveukupno		55,9				



Slika 34. Prometno opterećenje od 05:06 h prikazano u EJA/h



Slika 35. Prometno opterećenje od 06:07 h prikazano u EJA/h

## 5. PRIJEDLOZI POBOLJŠANJA

Ovo poglavlje osvrnut će se na prijedloge poboljšanja za svaku od četiri lokacije koje su bile analizirane u prethodnom poglavlju. Za svaku lokaciju biti će predloženo po jedno varijantno rješenje koje će biti grafički prikazano pomoću programskog alata „AutoCAD“. Prijedlozi poboljšanja temeljeni su na prikupljenim podacima koji su prikazani u prethodnim poglavljima. Rekonstrukcijom ovih lokacija moguće je pridonijeti povećanju sigurnosti koje se ne bi odnosilo na smo područje rekonstrukcije nego i na ostatak prometne mreže budući da su lokacije usko povezane.

### 5.1 Prijedlog poboljšanja na lokaciji „1“

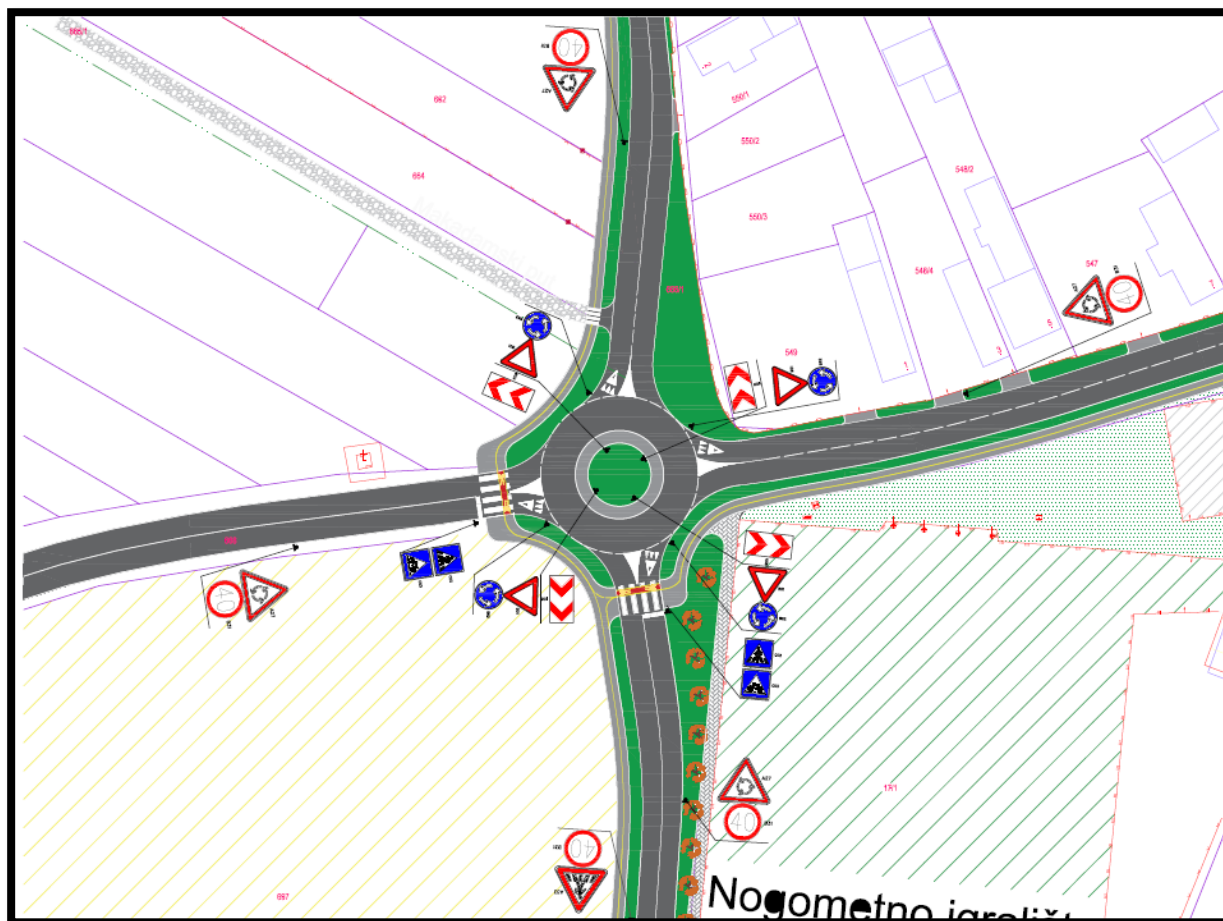
Analizom postojećeg stanja koja je obavljena za lokaciju „1“ uočeni su problem:

- Nedostatak vertikalne signalizacije,
- Nedostatak i dotrajalost horizontalne signalizacije,
- Nedovoljna širina pojedinih traka na privozima,
- Problem nepreglednosti sporednih privoza,
- Nedostatak biciklističkih traka,
- Nedostatak pješačkih nogostupa,
- Privozi se vode u pravcima (postizanje velikih brzina),
- Nedostatak bankina na određenim privozima.

Kao prijedlog za rješavanje problem koji su navedeni na lokaciji „1“ odnosno na raskrižju predlaže se kompletna rekonstrukcija raskrižja iz četverokrakog raskrižja u raskrižje s kružnim tokom. Za izradu raskrižja s kružnim tokom mora biti opravdan razlog stoga je definirano osam osnovnih skupina kriterija koji se trebaju razmotriti prilikom procjene primjerenosti izvođenja kružnih raskrižja:

1. funkcionalni kriterij,
2. prostorno-urbanistički kriterij,
3. prometni kriterij (kriterij prometnog toka),
4. projektno-tehnički kriteriji,
5. kriteriji prometne sigurnosti,
6. kriterij propusne moći,
7. okolišni kriterij,
8. ekonomski kriteriji[7].

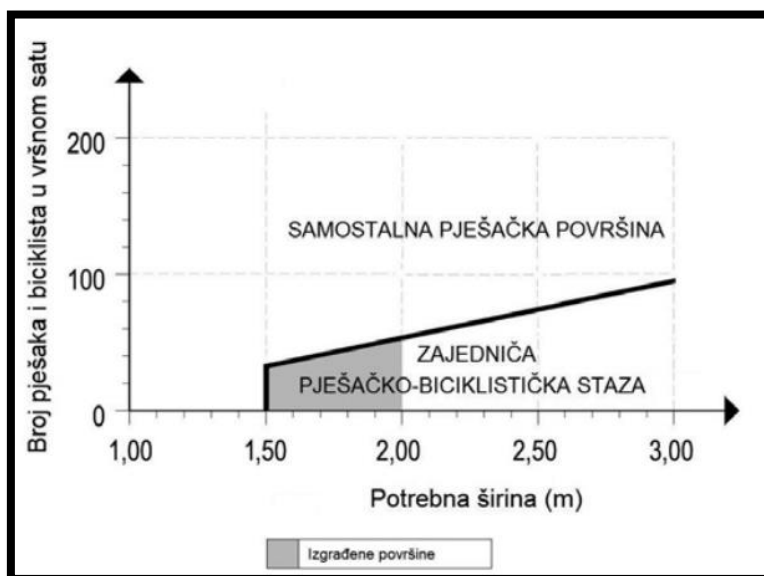
Rezultati brojanja prometa za lokaciju „1“ pokazuju da na ovome raskrižju nema velike količine prometa. Jedan od glavnih argumenata za postavljanje raskrižja s kružnim tokom prometa je kriterij prometne sigurnosti budući da se privozi vode u pravcu te se postižu velike brzine, a položaj raskrižja se nalazi na samome ulazu u naselje.



Slika 36. Prijedlog izgradnje raskrižja s kružnim tokom

Na Slici 36. prikazano je raskrižje s kružnim tokom prometa koje je predloženo kao rješenje sadašnjeg stanja. Raskrižje je izvedeno kao četverokrako kružno raskrižje s pripadajućom horizontalnom i vertikalnom signalizacijom. Vanjski polumjer raskrižja iznosi 12,5 m, nadalje polumjer središnjeg otoka iznosi 5,0 m te provozni dio koji okružuje središnji otok iznosi 2,0 m. Širina kolnika u kružnom raskrižju iznosi 5,5 m. Ulazni i izlazni radijusi iznose po 12,0 m. Na svakom privozu predviđeni su razdjelni otoci trokutastog oblika duljine 5,0 m, koji su u potpunosti provozni budući da je kružni tok predviđen za sve vrste vozila. Na zapadnom i južnom privozu predviđene su pješački prijelazi u kombinaciji s biciklističkom trakom. Prostor za kretanje pješaka i biciklista predviđen je kao jedna zajednička površina odnosno kao biciklistička-pješačko staza.

Prema pravilniku o biciklističkoj infrastrukturi biciklističko-pješačka staza za zajedničko kretanje biciklista i pješaka izvodi se sa minimalnom širinom staze od 1,5 m za izgrađene površine, odnosno 2,0 m za nove površine i površine nad kojima se provodi rekonstrukcija[5]. Širina biciklističko-pješačke staze ovisi i o broju biciklista i pješaka u vršnom satu, a određuje se prema dijagramu na Slici 37.



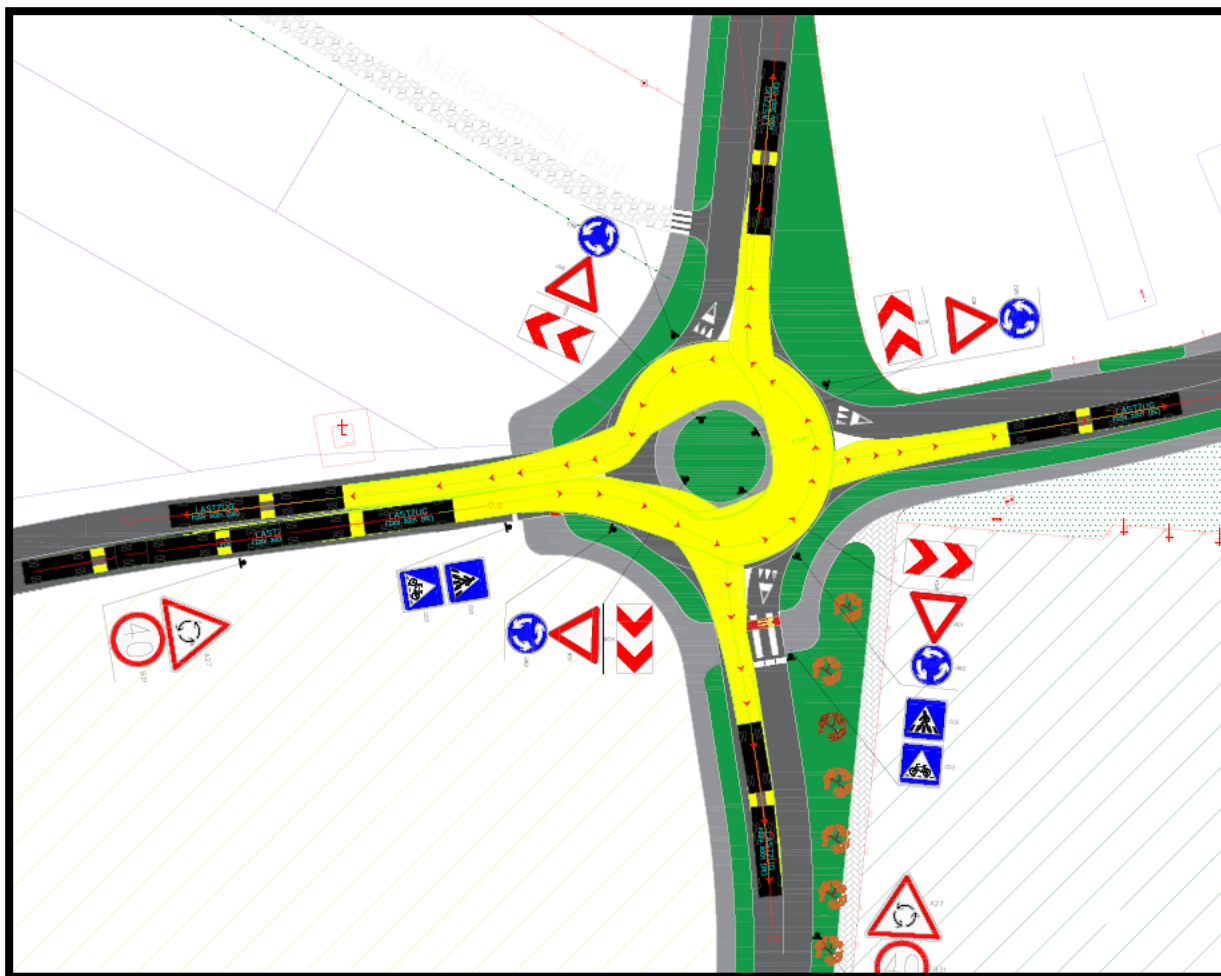
Slika 37. Dijagram za određivanje širine pješačko-biciklističke staze

Uzevši u obzir prethodno brojanje prometa na raskrižju izbrojani su biciklisti te pomoću tog podatka i dijagrama sa Slike 37. dolazi se do podatka pomoću kojim je određena širina biciklističko-pješačke staze u iznosu od 2,0 m.

Detaljan prikaz raskrižja s kružnim tokom i svim pripadajućim dimenzijama moguće je vidjeti u Prilogu 2.

Slika 38. prikazuje provjeru trajektorija za rekonstruirano raskrižje s kružnim tokom. Provjera trajektorija obavljena je u programskom alatu „AutoTURN“ te služi kao dokaz da mjerodavno vozilo u ovome slučaju kamion s prikolicom duljine 18,71 m može nesmetano proći kroz rekonstruirano raskrižje.





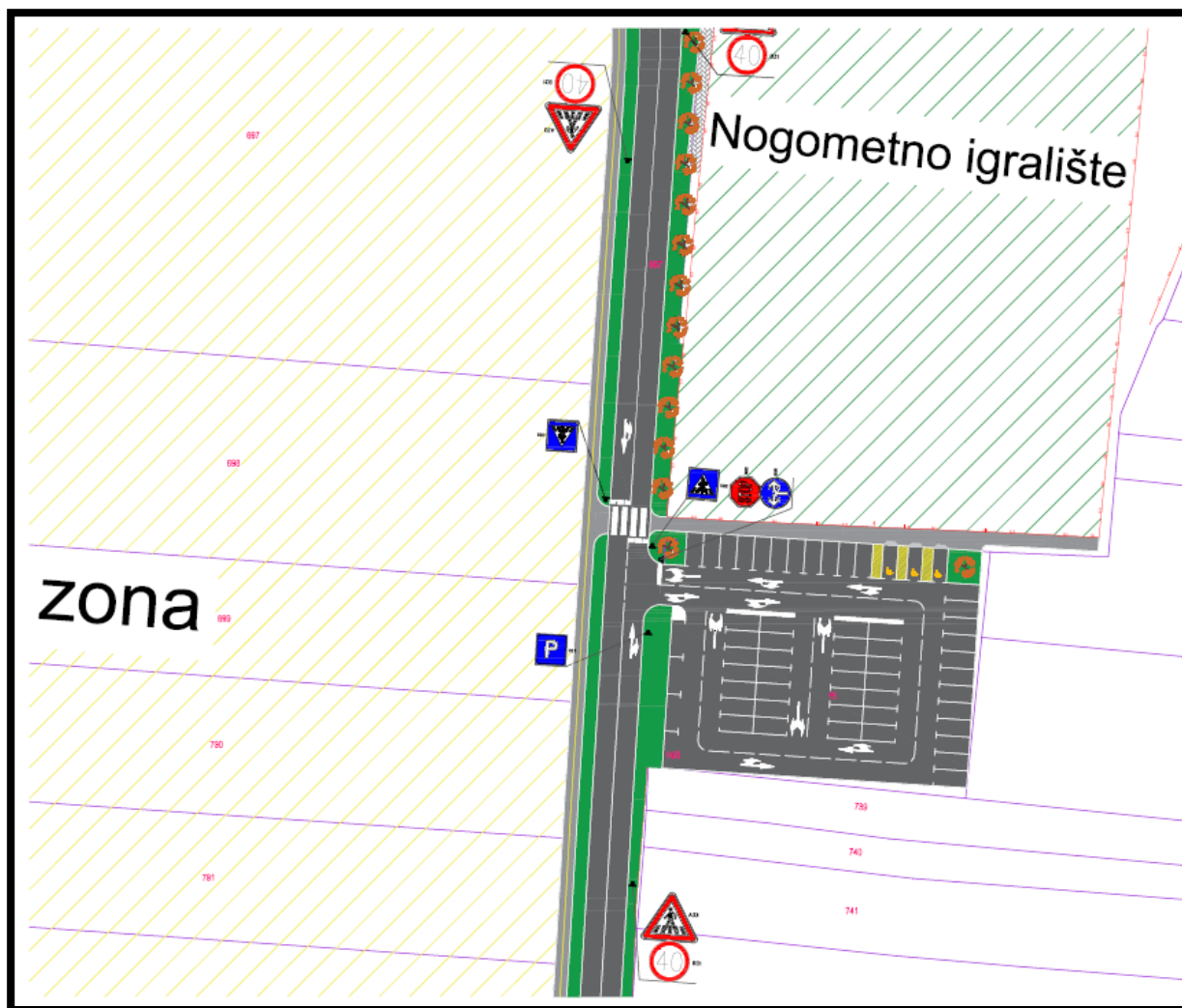
Slika 38. Provjerene trajektorije za rekonstruirano raskrižje u programskom alatu „AutoTURN“

## 5.2 Prijedlog poboljšanja na lokaciji „2“

Drugi prijedlog poboljšanja na području naselja Mali Bukovec odnosi se na lokaciju „2“ koja je ranije u radu prikazana prilikom analize postojećeg stanja. Radi se o površini koja je namijenjena za parkiralište automobila, te je smještena uz rub lokalne ceste LC25103 između nogometnog igrališta i groblja.

Analizom postojećeg stanja utvrđeno je:

- Nedostatak horizontalne signalizacije na parkirnoj površini
- Neadekvatna vertikalna signalizacija na parkirnoj površini
- Problem preglednosti prilikom izlaska na LC25103
- Nedovršenost cijele površine
- Nedostatak horizontalne i vertikalne signalizacije na lokalnoj cesti LC25103
- Nedostatak biciklističkih traka,
- Nedostatak pješačkih nogostupa,
- Nedostatak bankina na lokalnoj cesti LC25103

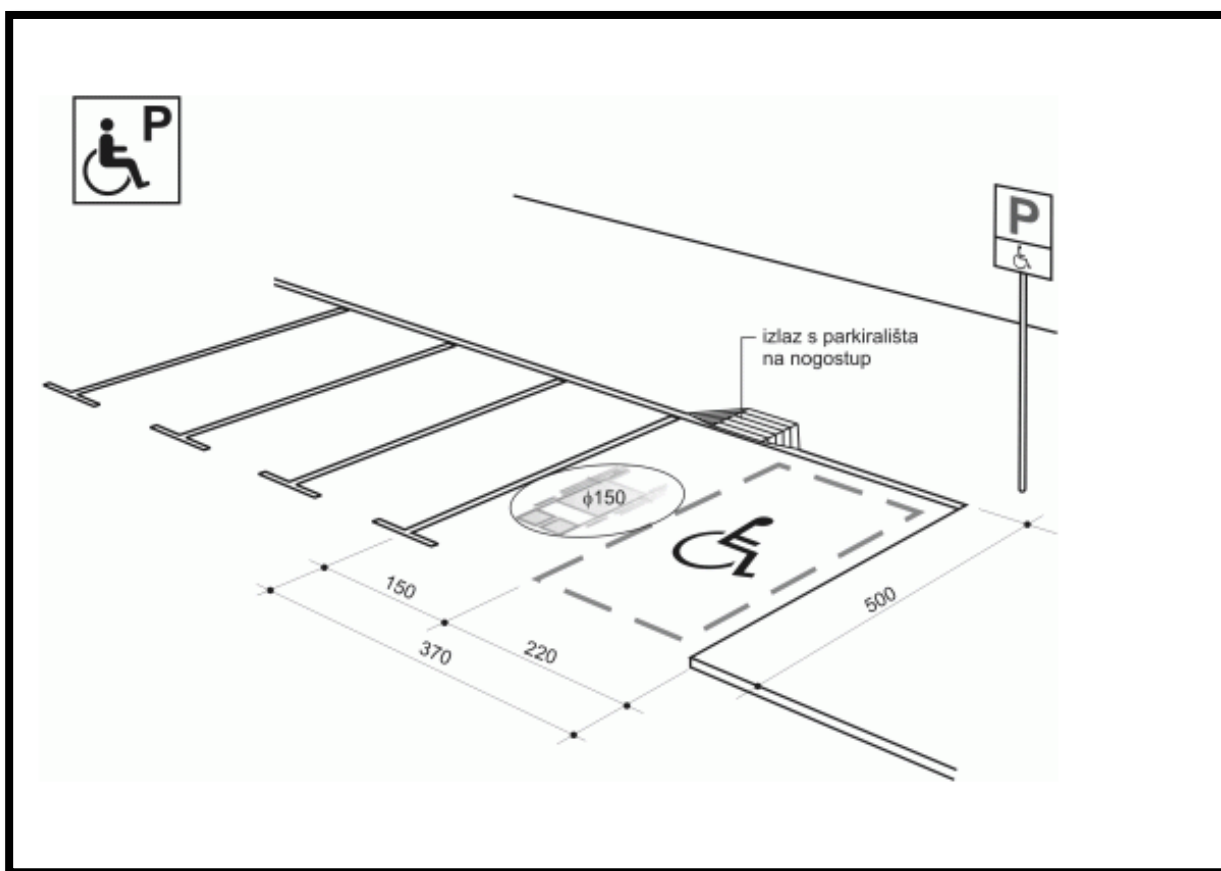


Slika 39. Prijedlog rekonstrukcije parkirališta na lokaciji „2“

Slika 39. prikazuje parkirnu površinu koja je predložena kao rješenje za trenutnu situaciju na lokaciji „2“. Površina koja je namijenjena za parkiralište konstruirana je unutar cijele čestice broj 15. Prikazana je odgovarajuća vertikalna i horizontalna signalizacija kako na površini namijenjenoj za parkiranje tako i na lokalnoj cesti LC25103. Duž lokalne ceste LC25103 konstruirana je biciklističko-pješačka staza istih dimenzija kao i u prijedlogu poboljšanja za lokaciju „1“ budući da se nadovezuje na nju, koja ima pripadajući zaštitni pojas 2,0m od kolnika. Pješački prijelaz konstruiran je u širini od 4,0 m kako bi omogućio kretanje pješacima prema nogometnom igralištu i površini koja je namijenjena za parkiranje. Na cijelu parkirnu površinu moguće je smjestiti 56 parkirnih mjesta dimenzija 2,5 m širine i 5,0 m dužine, te 4 uzdužna parkirna mjesta dimenzija 2,0 m širine i 5,5 m dužine.

Člankom 50. pravilnika o osiguranju pristupačnosti građevina osobama s invaliditetom i smanjenom pokretljivosti propisano je da „Na javnom parkiralištu i u javnoj garaži izvodi se 5% pristupačnih parkirališnih mjesta u odnosu na ukupni broj parkirališnih mjesta, ali ne manje od jednoga. Uz građevinu, odnosno u građevini iz članka 5. ovoga Pravilnika izvodi se 5% pristupačnih parkirališnih mjesta u odnosu na ukupni broj parkirališnih mjesta, ali ne manje od jednoga[6].“

Također pravilnikom su propisane dimenzije parkirnog mjesta za osobe s invaliditetom koje je moguće vidjeti na Slici 40.



Slika 40. Dimenzije parkirališta u nizu za osobe s invaliditetom

Izvor: [6]

Stoga prema pravilima konstruirano parkiralište sadržavat će 5,0 % parkirnih mjesta za osobe s invaliditetom što će iznositi 3 parkirna mjesta za osobe s invaliditetom. Uzimanjem u obzir parkirnih mjesta za osobe s invaliditetom ostatak parkirnih mjesta raspodijeljen je na 4 uzdužna parkirna mjesta i 51 okomito parkirno mjesto.

Ovo rješenje trebalo bi zadovoljiti potražnju osoba koje posjećuju nogometno igralište i groblje. Detaljan prikaz površine namijenjene za parkiralište i sve pripadajuće dimenzije moguće je vidjeti u Prilogu 3.

### 5.3 Prijedlog poboljšanja na lokaciji „3“

Prilikom analize postojećeg stanja za lokaciju „3“ uočen je glavni problem, a to je problem parkiranja za osobe koje su posjetitelji groblja.

Također uočeni u i neki ostali problemi kao što su:

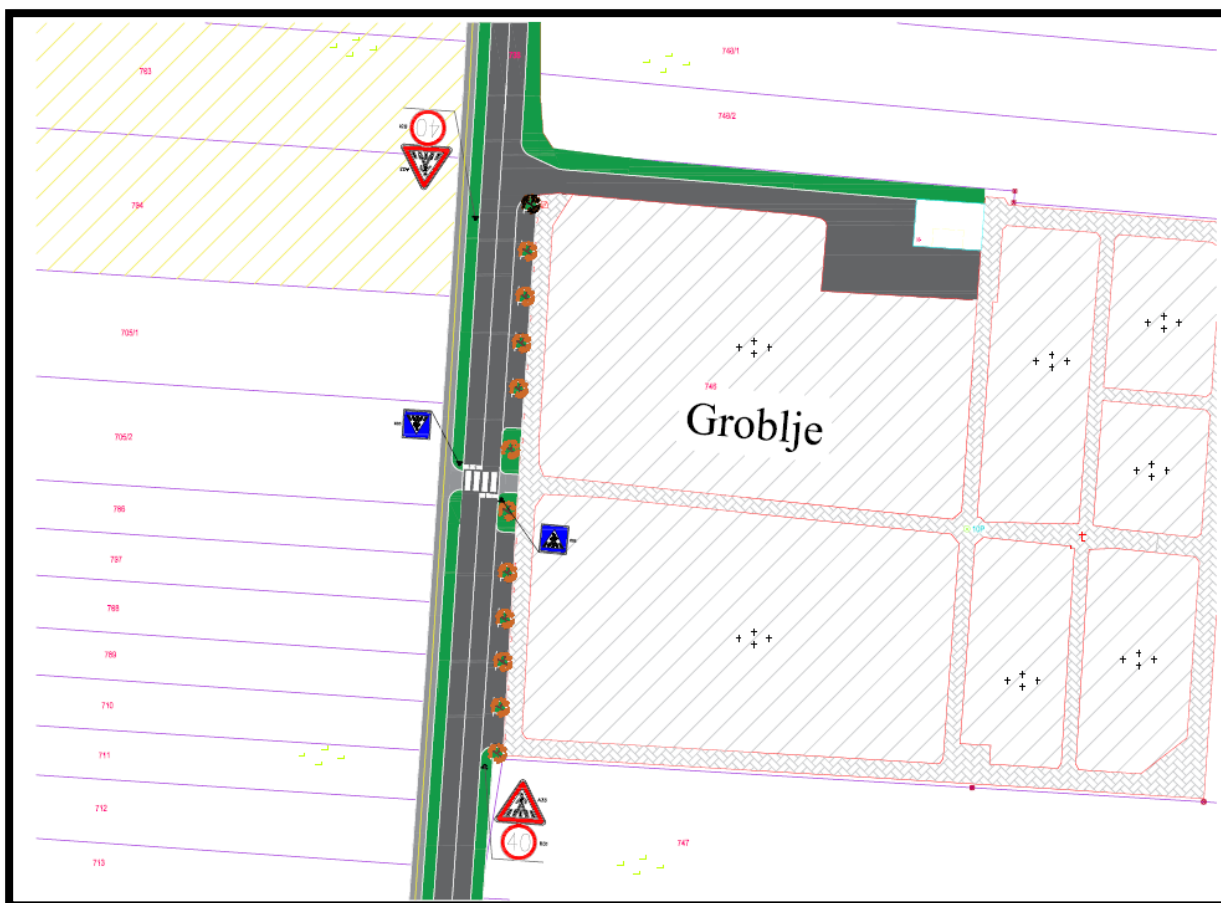
- Nedovršenost parkirališne površine
- Neadekvatna horizontalna signalizacija na cijelom potezu lokalne ceste LC25103, te samom parkirališnom prostoru
- Nedostatak vertikalne signalizacije
- Problem sigurnosti budući da se cesta vodi u pravcu i postoji mogućnost razvijanja velikih brzina
- Nedostatak biciklističko-pješačke infrastrukture
- Nedostatak bankina na lokalnoj cesti LC25013 kao i na prethodnim lokacijama koje su povezane ovom lokalnom cestom

Slika 41. prikazuje lokaciju površinu namijenjenu za parkiranje koja je pozicionirana paralelno s grobljem i lokalnom cestom LC25103. Ovim rješenjem predlaže se iscrtavanje adekvatne horizontalne signalizacije na lokalnoj cesti LC25103 te postavljanje vertikalne signalizacije. Što bi značilo dodavanje rubnih traka na cestu, iscrtavanje pješačkog prijelaza koji vodi prema glavnom ulazu u groblje, dodavanje zaustavnih linija ispred pješačkog prijelaza i postavljanje znakova za upozorenje vozača. Kao i u prethodnim prijedlozima i na ovome dijelu lokalne ceste LC25103 predviđena je biciklističko-pješačka traka istih dimenzija širine od 2,0 m.

Sva parkirališna mjesta konstruirana su kao uzdužna mjesta za parkiranje dimenzija širine 2,0 m i dužine 5,5 m. Predviđeno je iscrtavanje 10 mjesta za parkiranje ispred samog groblja koja su razdvojena zelenim otocima na koje bio posađen drvored.

Parkirališna mjesta odvojena su od rubne trake ceste 1,0 m što je ostavljeno radi lakšeg ulaza i izlaza korisnicima parkiranih mjesta.

U kombinaciji s prijedlogom poboljšanja za lokaciju „2“ osiguran je dovoljan broj parkiranih mjesta za potrebe posjetitelja groblja, a što je najvažnije postiže se veća sigurnost na samoj lokaciji. Detaljan prikaz predloženog rješenja moguće je vidjeti u Prilogu 4.



Slika 41. Prijedlog rekonstrukcije parkirališta na lokaciji „3“

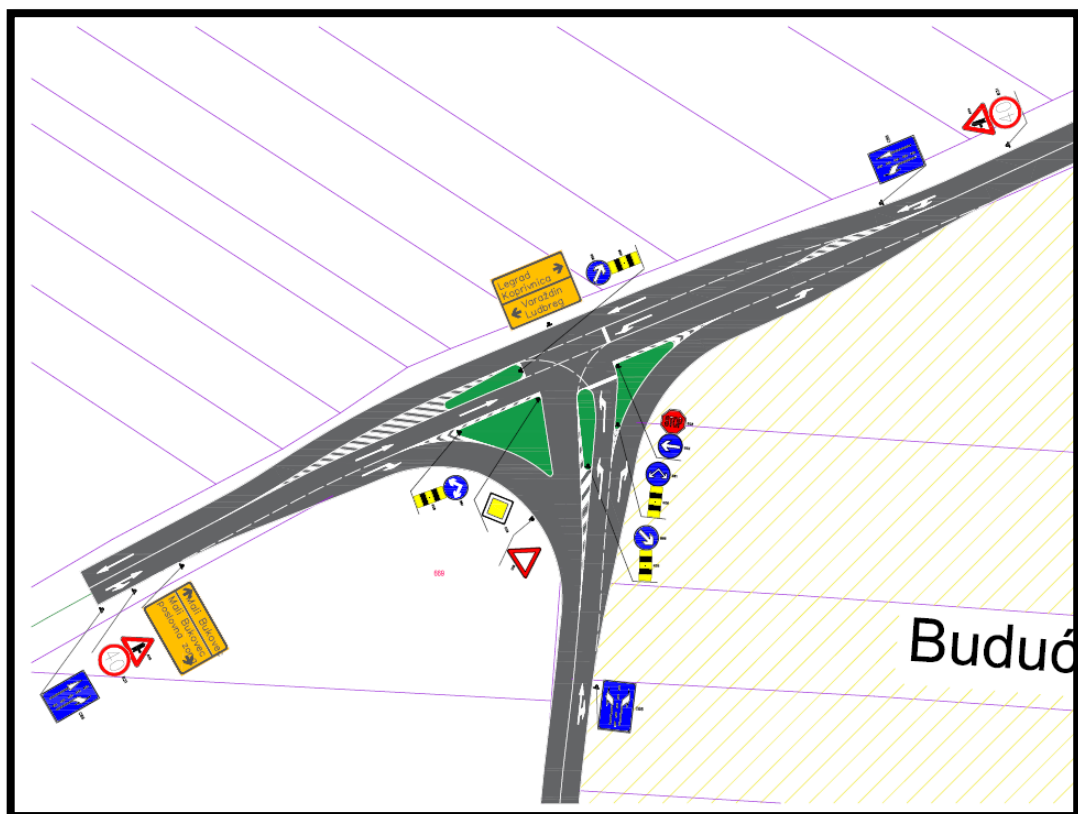
#### 5.4 Prijedlog poboljšanja na lokaciji „4“

Posljednji prijedlog poboljšanja u ovome diplomskom radu odnosi se na lokaciju „4“ odnosno na raskrižje županijske ceste ŽC2076 i nerazvrstane ceste NC031. Prijedlog poboljšanja na ovoj lokaciji izrađen je kao idejno rješenje za buduću poslovnu zonu naselja Mali Bukovec koju okružuju spomenute ceste. Ovo raskrižje predstavljalo bi glavni ulaz i izlaz za poslovnu zonu. Kompletnom rekonstrukcijom projektnih elemenata postojećeg „T-raskrižja“ eliminirali bi se problemi te bi se omogućio ulaz i izlaz za mjerodavna vozila, a to je kamion s prikolicom dužine 18,71 m.

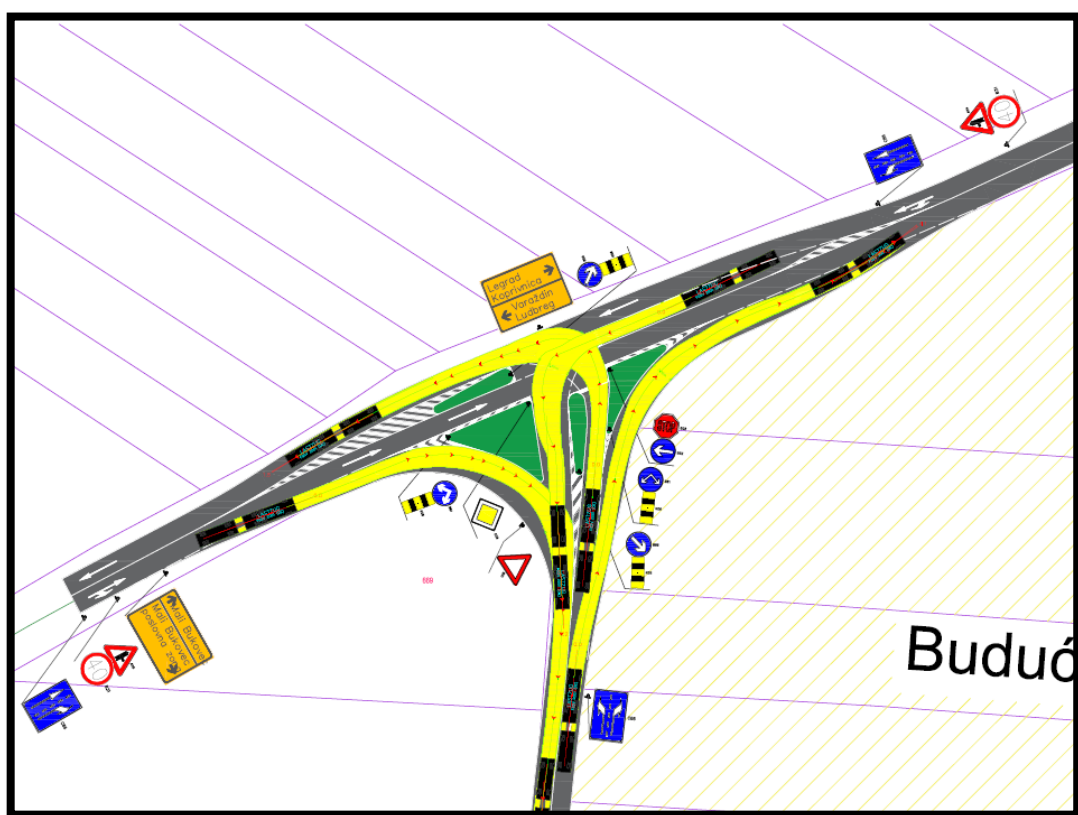
Analizom postojećeg stanja utvrđeni su problemi:

- Razvijanje velikih brzina na ŽC2076
- Nepostojanje rubnih trakova na županijskoj cesti ŽC2076
- Neadekvatne bankine na ŽC2076
- Spoj ŽC2076 i NC031 u vrlo lošem stanju
- Preglednost prilikom izlaska na ŽC2076 u pojedinim godišnjim dobima smanjena zbog vegetacije

Slika 42. prikazuje rekonstruirano „T-raskrižje“ na lokaciji „4“. Na slici je vidljivo da je napravljena adekvatna horizontalna i vertikalna signalizacija. Trake za ravno na glavnom privozu konstruirane su u širini od 3,5 m za oba smjera kretanja dok je traka za lijevo skretanje s glavnog privoz županijske ceste (ŽC2076) na sporedni privoz lokalne ceste (NC031) širine 3,0 m. Za vozače koji skreću s glavnog privoza na sporedni privoz osigurana je posebna traka za desno skretanje. Prometni trak za desne skretače s glavnog privoza počinje proširivanje 30,0 m prije samog skretanja, te njegova širina u samom zavoju iznosi 5,5 m. Ova ista mogućnost osigurana desnim skretačima sa sporednog privoza na glavni, ali širina prometne trake u ovom slučaju iznosi 4,5 m. Prilikom uključivanja u promet s sporednog privoza za desne skretače konstruirana je traka za ubrzanje dužine 50,0 m kako bi se smanjila mogućnost nastanka repa čekanja prilikom skretanja. Na glavnom privozu konstruiran je razdjelni otok dužine 15,0 m, te širine 3,0 m u najširem dijelu pa sve do 1,5 m u najužem. Ovaj razdjelni otok ima bitnu funkciju na glavnom privozu, a to je nedopuštanje lijevim skretačima s glavnog privoza nastavak kretanja ravno, te u kombinaciji s trokutastim otokom koji se nalazi paralelno s njim na sporednom privozu omogućuje vizualno suženje zbog kojeg su vozači koji se kreću u smjeru Z-I primorani smanjiti brzinu koja se može razviti budući da se cesta vodi u pravcu. Na sporednom privozu konstruiran je razdjelni otok koji je dužine 15,0 m te mu se širina kreće kao i na glavnom privozu u dimenzijama 3,0 m na najširem dijelu i 1,5 m na najužem. Razdjelni otok odmaknut je od glavnog privoza 2,5 m kako bi se omogućilo lijevim skretačima skretanje s glavnog privoza na sporedni privoz. Širina prometnih traka sporednog privoza iznosi 3,5 m te se prije samog spoja na glavni privoz proširuje za lijeve skretače, dok je širina između razdjelnog otoka i trokutastog otoka 6,0 m zbog lijevih skretača s glavnog privoza. Detaljan prikaz predloženog rješenja moguće je vidjeti u Prilogu 5.



Slika 42. Prijedlog rješenja raskrižja na lokaciji „4“



Slika 43. Provjerene trajektorije za rekonstruirano raskrižje u programskom alatu AutoTURN



## 6. SIMULACIJA I EVALUACIJA PREDLOŽENIH VARIJANTIH RJEŠENJA

Simulacija u užem smislu znači eksperimentiranje s matematičkim modelom realnog sustava u određenom vremenu. Za simulaciju u širem smislu može se reći da obuhvaća i postupak izrade modela, što znači da ukoliko ne postoji model ne postoji osnova za izradu simulacije.

Model je pojednostavljeni prikaz nekog dijela stvarnosti, a njegova svrha je da daje uvid u odnose realnog svijeta te da omogući donošenje zaključaka o tome što će se dogoditi ako dođe do promjena u tom realnom sustavu[10].

Simulacija daje podatke o mogućem ponašanju stvarnog sustava. Uz dobro planiranu i izvedenu simulaciju može se postići vrlo visoka vjerojatnost točnog opisivanja procesa u realnom sustavu. Simulacije se u praksi koriste za verifikaciju analitičkih modela, odnosno za ispitivanje ponašanja nekog sustava, tj. njegove reakcije na različite parametre. Sama simulacija ne vrši optimizaciju, ali se može koristiti za izbor najpogodnije varijante.

Ovisno na kojoj se razini promatraju karakteristike prometnog toka, modeli prometnog toka mogu se podijeliti u tri osnovne kategorije:

- Makroskopski modeli,
- Mikroskopski modeli,
- Mezoskopski modeli.

U ovom diplomskom radu korišteni su mikrosimulacijski alati PTV Vissim i SIDRA INTERSECTION. Za PTV Vissim sa sigurnošću se može reći da je najčešće korišteni program za izradu mikrosimulacija u svijetu. Pomoću mikrosimulacijskih modela PTV Vissim-a mogu se simulirati sve vrste prometnih površina od autocesta, raskrižja pa sve do pješačkih i biciklističkih staza. Moguće je simulirati sve vrste prometa i kao javni promet. Osim mogućnosti simuliranja raskrižja, pomoću PTV Vissim-a mogu se izraditi simulacije za pojedine dionice odnosno i za manje mreže ulica.

Ovo poglavlje prikazat će rezultate koji su dobiveni pomoću mikrosimulacijskih alata PTV Vissim i SIDRA INTERSECTION, odnosno biti će prikazani rezultati simulacije za postojeće stanje te simulacija rekonstruiranog raskrižja.



U ovom diplomskom radu u obzir će se uzeti određeni izlazi podaci koji su dobiveni simulacijskim alatima, a to su:

- Prosječno vrijeme kašnjenja
- Ukupno vrijeme kašnjenja
- Ukupan broj zaustavljanja
- Ukupno vrijeme putovanja
- Prosječna brzina putovanja

Bitno je spomenuti da najbitniji podatak među svim dobivenim izlaznim podacima je prosječno vrijeme kašnjenja koje se izražava u sekundama po vozilu. Pomoću ovog izlaznog podatka određuje se razina usluge samog raskrižja.

Razina usluge LOS (eng. Level of Service) je kvalitativna mjera koja opisuje operativne uvjete prometnog toka, a mjere na temelju kojih se utvrđuje su:

- Brzina,
- Vrijeme putovanja,
- Sloboda manevriranja
- Utjecaj drugog prometa,
- Udobnost itd.

Sigurnost odvijanja prometa ne ulazi kao mjera za određivanje usluge. Definirano je šest razina usluga, od A do F. Razina usluge predstavlja najbolje operativne uvijete, a razina F najlošije[11].

Razine usluge prema HCM-u:

1. Razina usluge A – Uvjeti slobodnoga prometnog toka, s velikim brzinama, malom gustoćom i punom slobodom manevriranja
2. Razina usluge B – Uvjeti slobodna prometnog toka, s brzinama koje su samo djelomično ograničene gustoćom prometa.
3. Razina usluge C – Stanje stabilnoga prometnog toka, s ograničenim brzinama i ograničenom mogućnošću manevriranja.
4. Razina usluge D – Stanje prometnoga toka koje se približuje nestabilnom toku, velike gustoće s bitno ograničenim brzinama i malom mogućnošću manevriranja.

5. Razina usluge E – Stanje nestabilnog toka s vožnjom u nizu gdje je gustoća bliska zagušenju, a protok jednak propusnoj moći, pa su mogući povremeni zastoji.

6. Razina usluge F – usiljeni – prisilni prometni tok s brzinama koje su manje od kritičnih brzina. Gustoća je veća od kritične, a protok je u rasponu od nule do vrijednosti koja je manja od propusne moći[15].

Razina usluge za simulirana raskrižja određena je prema prosječnom vremenu kašnjenja raskrižja i različita je za semaforizirana te za nesemaforizirana raskrižja. Podatke je moguće vidjeti u Tablici 8.

Tablica 8 Razina usluge prema HCM-u u odnosu na prosječno vrijeme kašnjenja

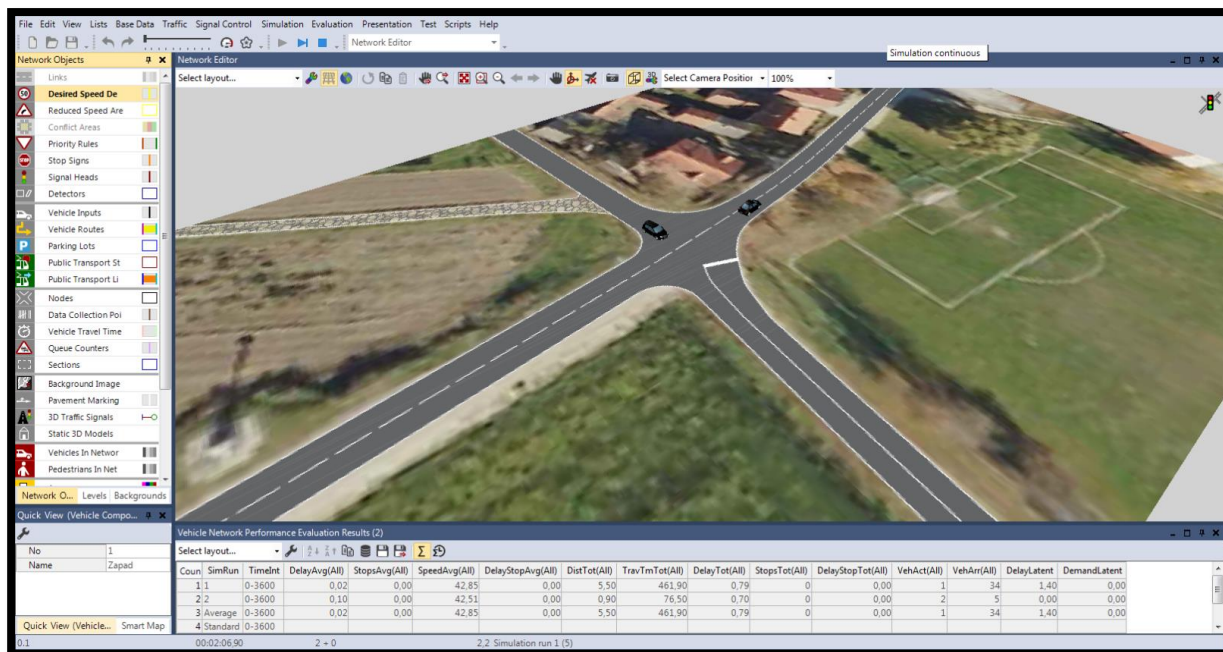
LOS semaforiziranog raskrižja	Prosječno vrijeme kašnjenja (s/voz)	LOS nesemaforiziranog raskrižja	Prosječno vrijeme kašnjenja (s/voz)
A	0-10	A	0-10
B	10-20	B	10-15
C	20-35	C	15-25
D	35-55	D	25-35
E	55-80	E	35-50
F	> 80	F	> 50

Izvor: [11]

Slika 43. prikazuje prikaz postojećeg stanja u mikrosimulacijskom alatu PTV Vissim. Prilikom analize postojećeg stanja predmetnog raskrižja utvrđeni su određeni problemi, a to su:

- Vođenje svih cesta u pravcu,
- Mogućnost postizanja velikih brzina ispred naselja i samog raskrižja,
- Neadekvatna horizontalna signalizacija,
- Neadekvatna vertikalna signalizacija,
- Loše stanje cesta,
- Nepostojanje pješačke staze i pješačkih prijelaza uz rub kolnika unutar naselja u blizini raskrižja.

Također obavljeno je brojanje prometa na spomenutom raskrižju stoga prilikom simulacije postojećeg stanja korišteni su realni ulazni podaci. Raskrižje je konstruirano u realnim dimenzijama kako bi simulacija bila što realnija. Prikaz simulacije moguće je vidjeti na Slici 44.



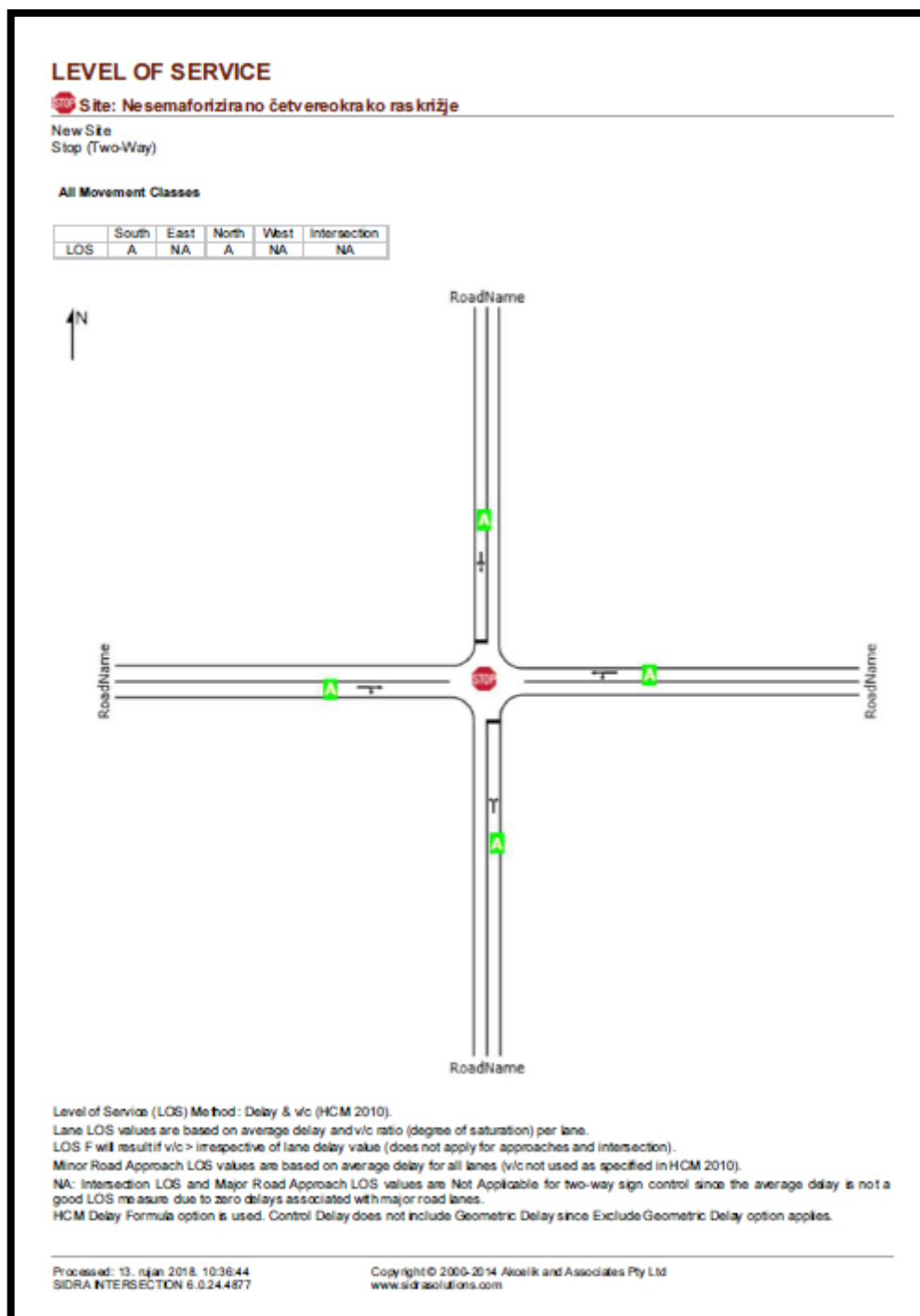
Slika 44. Prikaz postojećeg stanja u mikrosimulacijskom alatu PTV Vissim

Proces simulacije raskrižja odrađen je 5 puta kako bi se došlo do što realnijih izlaznih podataka. Rezultati dobiveni simulacijom prikazani su u Tablici 9.

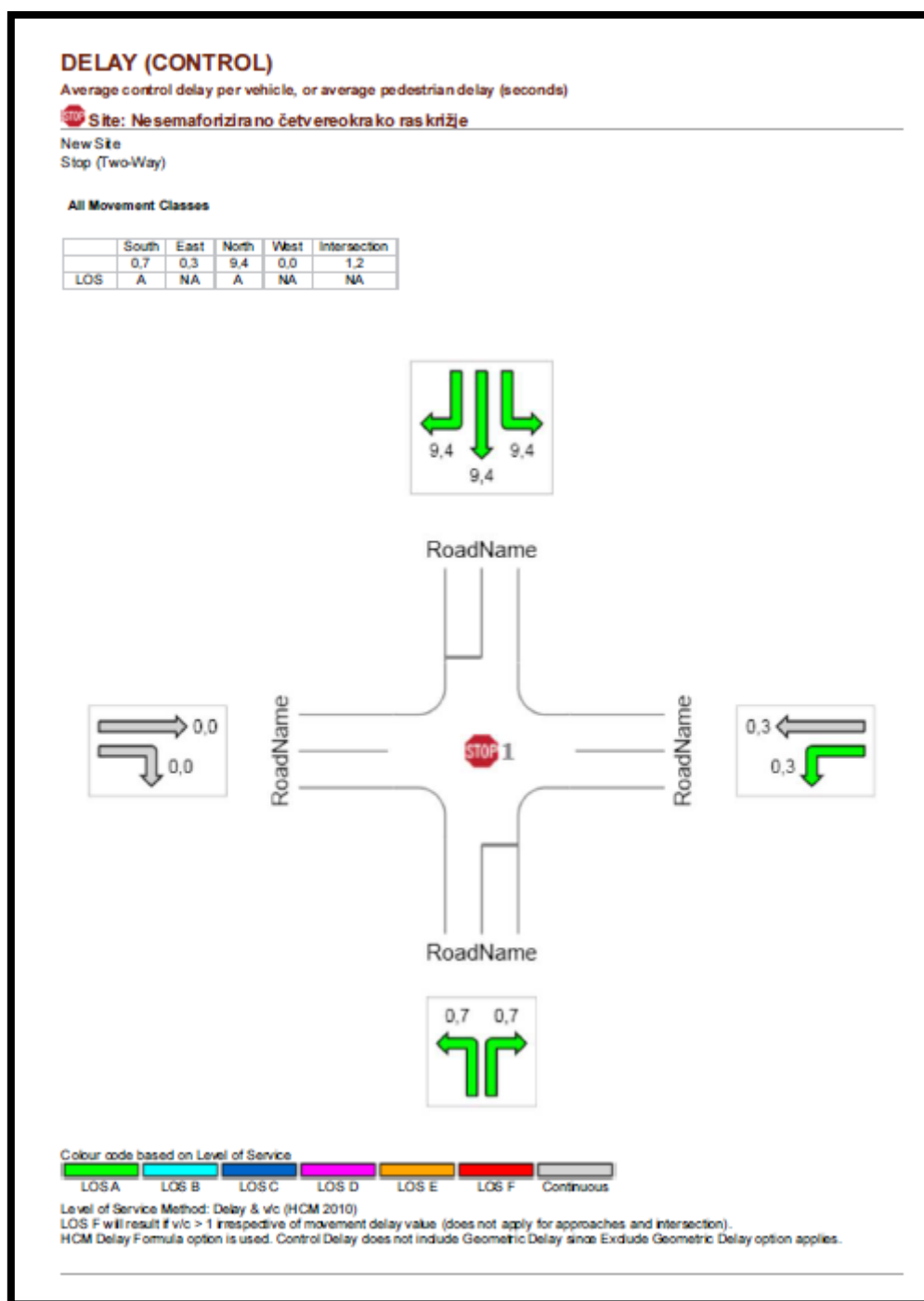
Tablica 9. Izlazni podaci postojećeg stanja raskrižja ŽC2076 - Ulice Mihovila Pavleka Miškine - Ulice Braće Radić - LC25103 (Ulica Mihovila Pavleka Miškine) – postojeće stanje

Raskrižje ŽC2076 - Ulica Mihovila Pavleka Miškine - Ulica braće Radić - LC25103 (Mihovila Pavleka Miškine) - Postojeće stanje	
Prosječno vrijeme kašnjenja (s/vozila)	0,08
Ukupno kašnjenje (min)	13,66
Prosječna brzina putovanja (km/h)	42,42
Ukupni broj zaustavljanja	0
Ukupno vrijeme putovanja (sati)	0,6

Razina usluge prema izlaznim podacima dobivenim simulacijom postojećeg stanja pomoću programskog alata PTV Vissim iznosi A. Prosječno vrijeme kašnjenja iznosi 0,08 s/vozila za što se može reći da je idealno, Prosječna brzina putovanja iznosi 42,42 km/h dok ukupno vrijeme putovanja iznosi 2186,86 minuta odnosno 0,6 sati.



Slika 45. Prikaz razine usluge psotojećeg stanja pomoću programskog alata SIDRA INTERSECTION

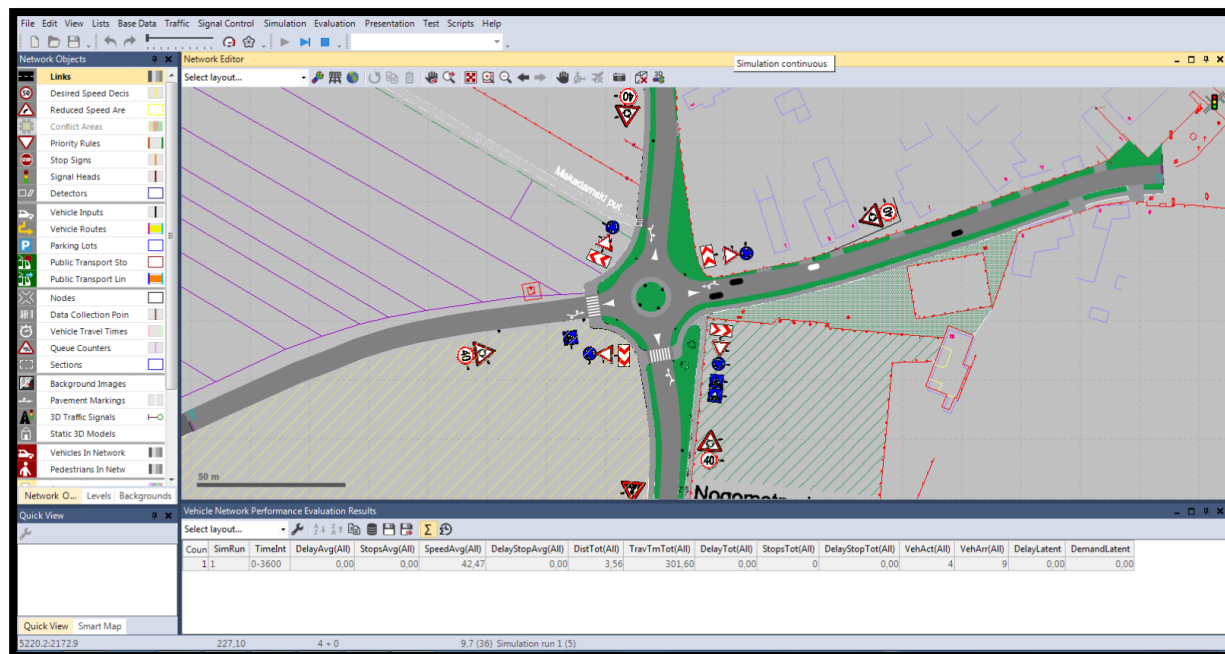


Slika 46 Prikaz prosječnog vremena kašnjenja za postojeće stanje pomoću programskog alata SIDRA INTERSECTION

Na Slici 45. vidljiva je razina usluge dobivena simulacijskim programom SIDRA INTERSECTION te ona iznosi razinu usluge A isto kao i rezultat iz programskog alata PTV Vissim. Na Slici 46. vidljivo je prosječno vrijeme kašnjenja za postojeće stanje dobiveno prema programu SIDRA INTERSECTION iznosi 1,2 s/vozila, dok prema PTV Vissim-u ono iznosi 0,08 s/vozila.



Slika 47. prikazuje prikaz prijedlog poboljšanja odnosno rekonstruirano raskrižje u mikrosimulacijskom alatu PTV Vissim. Isto kao i postojeće stanje, rekonstruirano raskrižje s kružnim tokom prometa konstruirano je u realnim dimenzijama te također koristi podatke iz brojanja prometa koje je odrađeno za ovo raskrižje.



Slika 47. Prikaz predloženog stanja u mikrosimulacijskom alatu PTV Vissim

Kao i kod postojećeg stanja proces simulacije raskrižja odrađen je 5 puta kako bi se došlo do što realnijih izlaznih podataka. Rezultati dobiveni simulacijom prikazani su u Tablici 10.

Tablica 10 Izlazni podaci postojećeg stanja raskrižja ŽC2076 - Ulice Mihovila Pavleka Miškine - Ulice Braće Radić - LC25103 (Ulica Mihovila Pavleka Miškine) - predloženo stanje

Raskrižje ŽC2076 - Ulica Mihovila Pavleka Miškine - Ulica braće Radić - LC25103 (Mihovila Pavleka Miškine) - Postojeće stanje	
Prosječno vrijeme kašnjenja (s/vozila)	0,24
Ukupno kašnjenje (min)	41,06
Prosječna brzina putovanja (km/h)	42,12
Ukupni broj zaustavljanja	0
Ukupno vrijeme putovanja (sati)	1,26

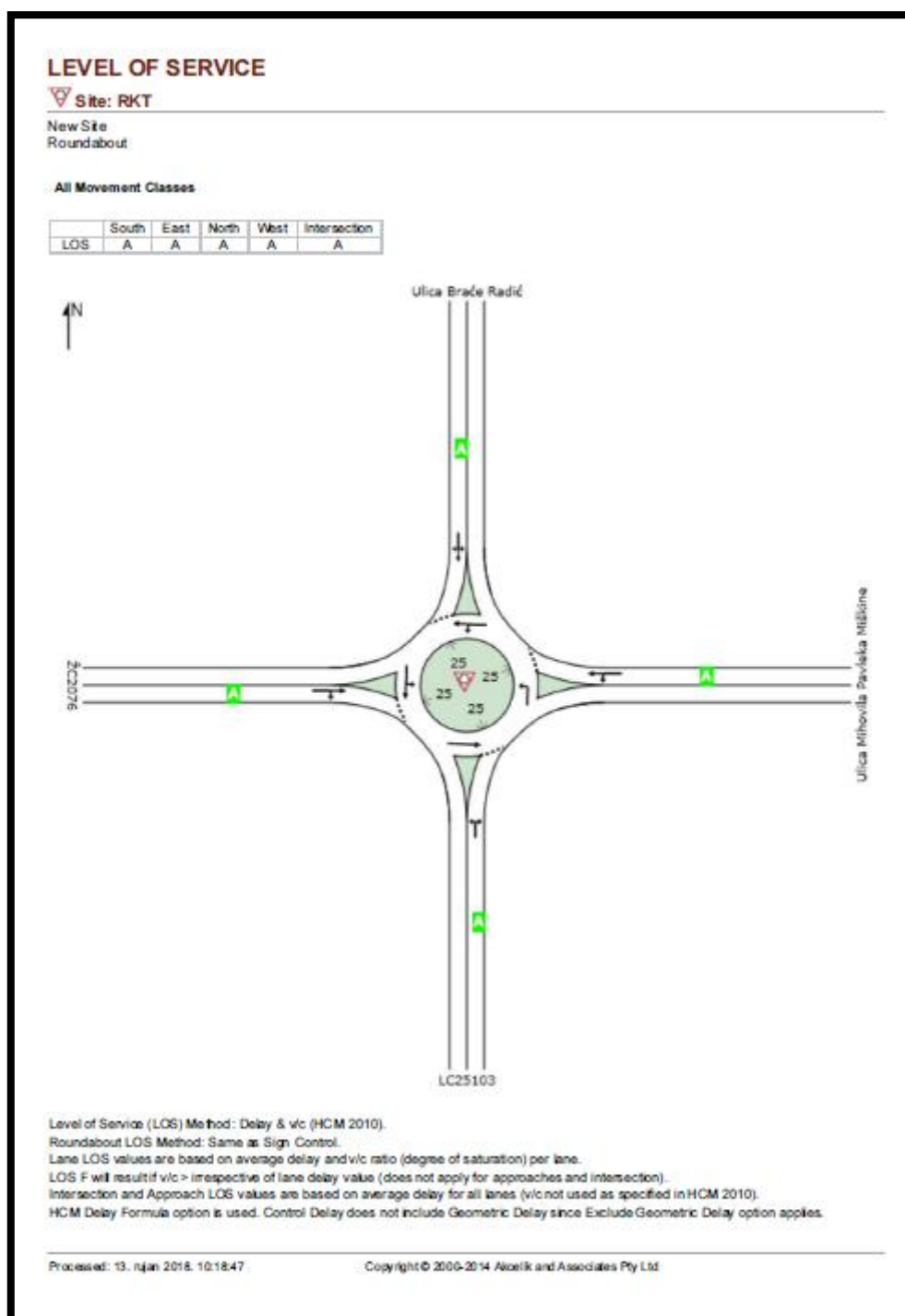
Razina usluge prema izlaznim podacima dobivenim simulacijom postojećeg stanja pomoću programskog alata PTV Vissim također iznosi A kao i kod postojećeg stanja. Prosječno vrijeme kašnjenja iznosi 0,24 s/vozila što je povećanje od 3,8 % u odnosu na postojeće stanje, prosječna

brzina putovanja nešto je niža nego kod postojećeg stanja i ona iznosi 42,12 km/h. Ukupno vrijeme putovanja iznosi 4533,38 minuta (1,26 sati) odnosno povećanje od 52,0 % što je duplo veće u odnosu na postojeće stanje.

Slika 48. prikazuje razinu usluge predloženog stanja dobivenu pomoću programskog alata SIDRA INTERSECTION. Na slici je vidljivo da razina usluge za predloženo stanje iznosi A isto kao i prema PTV Vissim-u. Razina usluge je identična kao i za postojeće stanje.

Prosječno vrijeme kašnjenja vidljivo je na Slici 49. te ono iznosi 4,3 s /vozila što je veće u odnosu na postojeće stanje koje je iznosilo 1,2 s/vozila.

Prema ovim podacima može se zaključiti da podaci koji su dobiveni programskim alatom PTV Vissim nešto bolji u odnosu na rezultate dobivene programom SIDRA INTERSECTION Vidljivo je da u simulacijama kroz oba programa uvođenjem raskrižja s kružnim tokom prometa povećava se prosječno vrijeme kašnjenja koje je zanemarivo budući da razina usluge ostaje ista, te se povećava sama visina sigurnosti u odnosu na postojeće stanje.



Slika 48. Razina usluge predloženog rješenja dobivena programskim alatom SIDRA INTERSECTION

## DELAY (CONTROL)

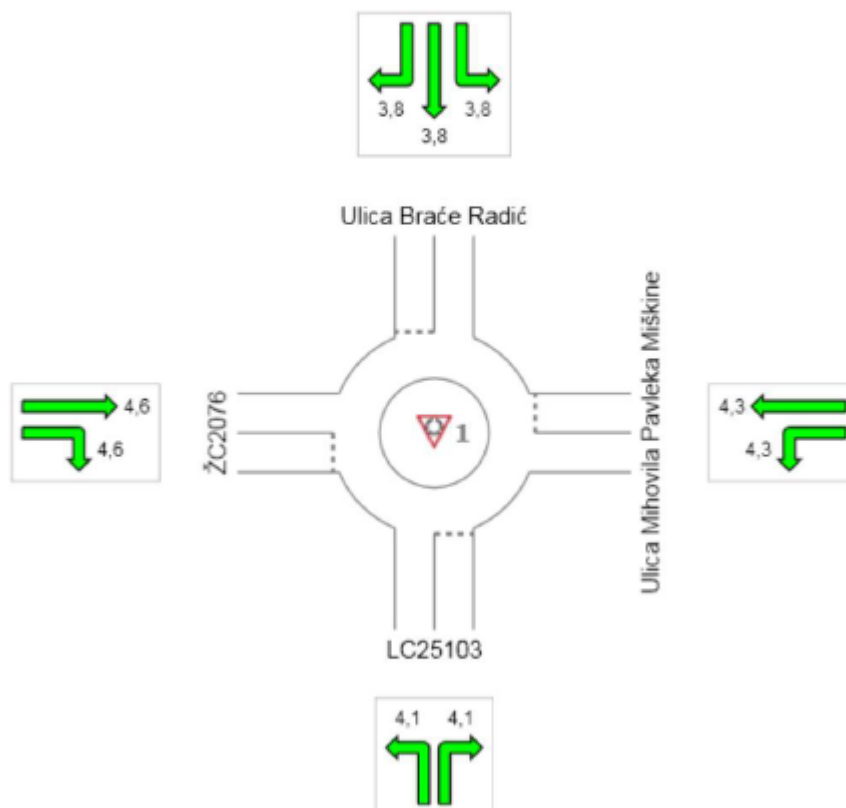
Average control delay per vehicle, or average pedestrian delay (seconds)

Site: RKT

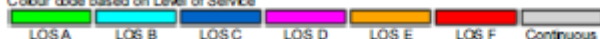
New Site  
Roundabout

All Movement Classes

	South	East	North	West	Intersection
	4,1	4,3	3,8	4,6	4,3
LOS	A	A	A	A	A



Colour code based on Level of Service



Level of Service Method: Delay & v/c (HCM 2010)

LOS F will result if v/c > 1 irrespective of movement delay value (does not apply for approaches and intersection).

Roundabout Level of Service Method: Same as Sign Control

HCM Delay Formula option is used. Control Delay does not include Geometric Delay since Exclude Geometric Delay option applies.

Slika 49. Prikaz rezultata prosječnog vremena kašnjenja dobivenih pomoću programskog alata SIDRA INTERSECTION

## 7. ZAKLJUČAK

U današnje vrijeme ubrzani razvoj života dovodi do sve bržeg razvoja tehnologija u svim područjima pa tako i u cestovnom prometu. Sve bržim razvojem automobilske industrije što se tiče u području tehnologije, cestovna infrastruktura nema takav trend brzog razvijanja i implementiranja tehnologija kao automobilska industrija te ju u krajnjem slučaju ne može pratiti istim korakom. Posljedica takvih događaja vidljiva je na prometnoj mreži u obliku prometnih nesreća.

U ovome radu napravljena je analiza postojećeg stanja za četiri lokacije na području naselja Mali Bukovec. Analizom postojećeg stanja lokacija koje su opisane u ovom diplomskom radu dobio se uvid u prometno-tehničke elemente prometne mreže na spomenutim lokacijama. Utvrđeni su određeni nedostaci od kojih je najvažnije napomenuti mogućnost za razvijanje velikih brzina budući da se ceste vode u pravcu, nedovoljna širina prometnih traka te neadekvatna horizontalna i vertikalna signalizacija. Uz analizu postojećeg stanja obavljeno je brojanje prometa na lokaciji „1“ kako bi se dobili podaci o broju vozila, kretanju vozila te strukturi prometnog toka. Pomoću podataka dobivenih analizom postojećeg stanja te podataka brojanja prometa predložene su mjere poboljšanja kako bi se eliminirali nedostaci na sve četiri lokacije. Za lokaciju „2“ i „3“ može se reći da su predložena rješenja koja obuhvaćaju manju rekonstrukciju, dok lokacije „1“ i „4“ zahtijevaju veće rekonstrukcije raskrižja u svrhu postizanja veće sigurnosti. Na svim lokacijama predlaže se postavljanje adekvatne horizontalne i vertikalne signalizacije u svrhu povećanja sigurnosti. Za lokaciju „1“ predložena je rekonstrukcija četverokrakog raskrižja u raskrižje s kružnim tokom prometa. Na lokaciji „4“ predložena je rekonstrukcija „T-raskrižja“ kako bi se povećala sigurnost prometa i mogućnost prolaza mjerodavnog vozila odnosno kamiona s prikolicom. Na lokacijama „2“ i „3“ predložena su rješenja za rekonstrukcijom parkirališnih površina.

Simulacijom predloženih rješenja u programskim alatima PTV Vissim i SIDRA INTERSECTION dokazano da je razina usluge za lokaciju „1“ i dalje na najvišem nivou odnosno da je razina usluge A. Ovakva situacija je logična budući da je prometno opterećenje na navedenoj lokaciji poprilično malo, ali predloženim rješenjem znatno se povećava stanje sigurnosti. Predloženo rješenje raskrižja s kružnim tokom s ekonomskog aspekta gledano nije toliko isplativo iz razloga što je prometno opterećenje malo, ali s obzirom da je tematika ovog diplomskog rada isključivo vezana za maksimalno povećanje razine sigurnosti na predmetnom raskrižju, ovo rješenje u kombinaciji sa ostalim rješenjima jamči veliku razinu sigurnosti radi uloge smirivanja prometa i nemogućnosti razvijanja velikih brzina.



## POPIS LITERATURE

- [1] Legac, I.: Raskrižja javnih cesta / Cestovne prometnice II, , Fakultet prometnih znanosti Zagreb, Zagreb 2008.
- [2] Prostorni plan uređenja Općine Mali Bukovec
- [3] Strategija razvoja Općine Mali Bukovec
- [4] Zakon o cestama, „Narodne novine“, broj 92/14
- [5] Pravilnik o uvjetima za projektiranje i izgradnju biciklističke infrastrukture na cestama, (NN 84/11, 22/13, 54/13, 148/13 i 92/14)
- [6] Pravilnik o osiguranju pristupačnosti građevina osobama s invaliditetom i smanjenom pokretljivosti (NN151/2005)
- [7][https://hrvatske-cestes.hr/uploads/documents/attachment\\_file/file/106/SMJERNICE\\_KRUZNA\\_RASKRIZJA-HRVATSKE\\_CESTE.pdf](https://hrvatske-cestes.hr/uploads/documents/attachment_file/file/106/SMJERNICE_KRUZNA_RASKRIZJA-HRVATSKE_CESTE.pdf)
- [8] MUP HR – Policijska uprava varaždinska
- [9] PTV Vissim 7 – USER MANUAL, 2015., Karlsruhe, Njemačka
- [10] Novačko L.: Prometno modeliranje u cestovnom prometu, Zagreb, 2014.
- [11] Novačko L; Pilko H.: Cestovne prometnice II Upute za auditorne vježbe i seminarski rad, Zagreb, 2017.
- [11] <https://www.dzs.hr/>
- [12] <http://geoportal.dgu.hr/viewer>
- [13] <https://www.google.hr/maps>
- [14] <http://www.mali-bukovec.hr/>
- [15] <http://files.fpz.hr/Djelatnici/gluburic/Luburic-predavanja-v3.pdf>

## POPIS SLIKA

Slika 1 Položaj Općine Mali Bukovec u Varaždinskoj Županiji, [2].....	8
Slika 2 Grafički prikaz podjele Općine Mali Bukovec na naselja, [2].....	10
Slika 3. Udaljenost krajnjih točaka Općine Mali Bukovec, [2] .....	11
Slika 4. Prikaz vodotoka na području Općine Mali Bukovec, [2].....	13
Slika 5. Prikaz šuma na području Općine Mali Bukovec, [2] .....	14
Slika 6. Grafički prikaz razvrstanih prometnica u Općini Mali Bukovec, [2] .....	18
Slika 7. Prikaz odabranih lokacija za analizu postojećeg stanja, [11].....	20
Slika 8 Prikaz raskrižja "1", [11].....	21
Slika 9. Zapadni privoz raskrižja "1" .....	22
Slika 10. Istočni privoz raskrižja "1" .....	22
Slika 11. Stanje rubnog djela kolnika istočnog privoza .....	22
Slika 12. Oštećenje kolnika na istočnom privozu .....	22
Slika 13. Prikaz sporedne ceste LC25103 u prostoru, [11].....	23
Slika 14. Stanje kolnika i prometne signalizacije LC25103 ispred raskrižja.....	24
Slika 15. Prikaz oštećenja na kolniku.....	25
Slika 16. Prikaz stanja horizontalne signalizacije i način izvođenja.....	25
Slika 17. Prikaz sporedne Ulice Braće Radić te NC007, [11].....	26
Slika 18. Prikaz stanja kolnika Ulice Braće Radić .....	27
Slika 19. Prikaz spoja NC007 na Ulicu Braće Radić .....	27
Slika 20. Prikaz lokacije 2 u prostoru, [11].....	28
Slika 21. Prikaz asfaltirane površine koja predstavlja parkiralište.....	29
Slika 22. Stanje kolnika LC25103.....	30
Slika 23. Položaj parkirališta u odnosu na LC25103 .....	30
Slika 24. Prikaz trenutnog stanja parkirališta iz južnog kuta .....	31
Slika 25. Prikaz trenutnog stanja parkirališta iz sjevernog kuta .....	31
Slika 26. Prikaz lokacije „3“ u prostoru, [11] .....	32
Slika 27. Postojeće stanje kolnika LC25103 .....	32
Slika 28. Postojeće stanje parkirnih mjesta na lokaciji „3“ .....	33
Slika 29. Prikaz lokacije „4“ u prostoru, [11] .....	34
Slika 30. Stanje kolnika na lokaciji „4“ .....	35
Slika 31. Spoj NC031 i ŽC2076.....	36
Slika 32. Trenutno stanje NC031 .....	36

Slika 33. Lokacija brojanja prometa i smjerovi kretanja vozila, [11] .....	38
Slika 34. Prometno opterećenje od 05:06 h prikazano u EJA/h.....	41
Slika 35. Prometno opterećenje od 06:07 h prikazano u EJA/h.....	41
Slika 36. Prijedlog izgradnje raskrižja s kružnim tokom .....	43
Slika 37. Dijagram za određivanje širine pješačko biciklističke staze.....	44
Slika 38. Provjerene trajektorije za rekonstruirano raskrižje u programskom alatu „AutoTURN“ .....	45
Slika 39. Prijedlog rekonstrukcije parkirališta na lokaciji „2“ .....	46
Slika 40. Dimenzije parkirališta u nizu za osobe s invaliditetom .....	47
Slika 41. Prijedlog rekonstrukcije parkirališta na lokaciji „3“ .....	49
Slika 42. Prijedlog rješenja raskrižja na lokaciji „4“ .....	51
Slika 43. Provjerene trajektorije za rekonstruirano raskrižje u programskom alatu AutoTURN .....	51
Slika 44. Prikaz postojećeg stanja u mikrosimulacijskom alatu PTV Vissim .....	55
Slika 45. Prikaz razine usluge postojećeg stanja pomoću programskog alata SIDRA INTERSECTION .....	56
Slika 46. Prikaz prosječnog vremena kašnjenja za postojeće stanje pomoću programskog alata SIDRA INTERSECTION .....	57
Slika 47. Prikaz predloženog stanja u mikrosimulacijskom alatu PTV Vissim.....	58
Slika 48. Razina usluge predloženog rješenja dobivena programskim alatom SIDRA INTERSECTION .....	60
Slika 49. Prikaz rezultata prosječnog vremena kašnjenja dobivenih pomoću programskog alata SIDRA INTERSECTION .....	61

## POPIS TABLICA

Tablica 1. Broj stanovnika po naseljima općine za posljednjih 40 godina .....	4
Tablica 2. Prirodno kretanje stanovništva Općine Mali Bukovec za razdoblje od 1997.-2011. godine .....	6
Tablica 3. Opći podaci o teritoriju Općine Mali Bukovec .....	10
Tablica 4. Osnovna podjela i namjena zemljišta .....	12
Tablica 5. Opći podaci o razvrstanim cestama na području Općine Mali Bukovec .....	19
Tablica 6. Brojanje prometa na lokaciji „1“ od 05:00 – 06:00 h. ....	39
Tablica 7. Brojanje prometa na lokaciji „1“ od 06:00 – 07:00 h. ....	40
Tablica 8. Razina usluge prema HCM-u u odnosu na prosječno vrijeme kašnjenja.....	54
Tablica 9. Izlazni podaci postojećeg stanja raskrižja ŽC2076 - Ulice Mihovila Pavleka Miškine - Ulice Braće Radić - LC25103 (Ulica Mihovila Pavleka Miškine) – postojeće stanje.....	55
Tablica 10. Izlazni podaci postojećeg stanja raskrižja ŽC2076 - Ulice Mihovila Pavleka Miškine - Ulice Braće Radić - LC25103 (Ulica Mihovila Pavleka Miškine) - predloženo stanje .....	58

## POPIS PRILOGA

Prilog 1 Korištenje i namjena površina u Općini Mali Bukovec .....	68
Prilog 2 Predloženo rješenje raskrižje s kružnim tokom prometa.....	69
Prilog 3 Predloženo rješenje rekonstrukcije parkinga na lokaciji „2“ .....	70
Prilog 4 Prijedlog rješenja rekonstrukcije parkinga i dijela ceste na lokaciji „3“ .....	71
Prilog 5 Predloženo rješenje za lokaciju „4“ .....	72
Prilog 6 Prikaz svih predloženih rješenja na prometnoj mreži.....	73



## Prilog 1.

Korištenje i namjena površina u Općini Mali Bukovec

## Prilog 2.

Predloženo rješenje raskrižje s kružnim tokom prometa

### Prilog 3.

Predloženo rješenje rekonstrukcije parkinga na lokaciji „2“

#### Prilog 4.

Prijedlog rješenja rekonstrukcije parkinga i dijela ceste na  
lokaciji „3“

Prilog 5.  
Predloženo rješenje za lokaciju „4“

## Prilog 6.

Prikaz svih predloženih rješenja na prometnoj mreži